



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

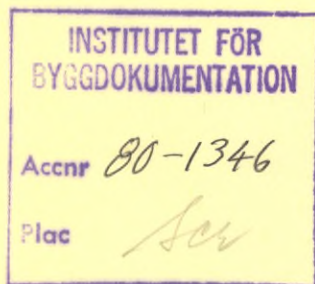
R88:1980

Byggnadsuppvärmning med jordvärmepump

Geologiska förutsättningar för
värmelagring i lera inom större
tätorter i Mellansverige

K
9/11

Björn Modin
Peter Wilén



Bygghälsingeforskningsrådet

Ser

BYGGDOK

Institutet för byggdokumentation
Hälsingegatan 49
113 31 Stockholm, Sweden
08-34 01 70 Telex 125 63

R88:1980

BYGGNADSUPPVARMNING MED JORDVÄRMEPUMP

Geologiska förutsättningar för värmelagring
i lera inom större tätorter i Mellansverige

Björn Modin
Peter Wilén

Denna rapport hänför sig till forskningsprojekt 770611-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen
för geologi, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R88:1980

ISBN 91-540-3279-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sid.
FÖRORD	
SAMMANFATTNING	1
1. UNDERSÖKNINGENS MÅL OCH SYFTE	6
2. ALLMÄNT OM SVERIGES JORDARTSFÖRDELNING	7
3. UNDERSÖKTA OMRÅDEN	10
4. ARBETETS UPPLÄGGNING	12
5. UPPLÄGGNING AV REDOVISNINGEN	15
ORDFÖRKLARINGAR OCH KORNSTORLEKSBENÄMNINGAR	54
REFERENSER	56

FÖRORD

Föreliggande rapports avsikt är att ge en översiktlig bild av de geologiska förutsättningarna till praktisk användning av vertikala jordvärmesystem i lera i större tätorter i Sverige.

Utnyttjande av solvärme för uppvärmningsändamål kräver säsongs-lagring av värmen från sommaren till vintern. De solvärmeackumulatorer som hittills har byggts och planerats har varit av typen stor oljetank fylld med vatten. Ett alternativ är att utnyttja marken som ackumulator. Det vanligaste sättet att utnyttja marken som ackumulator för solenergi är de horisontella jordvärmesystemen. Den jord som tjälats av systemet under vintern tinas av vårens och sommarens sol. Det stora behovet av fri markyta för systemet gör det svårt att utnyttja systemet i tätare bebyggelse.

Vertikala jordvärmesystem är ett sätt att minska behovet av fri markyta. Ett vertikalt jordvärmesystem kräver överslagsmässigt inte större yta än den uppvärmda byggnadens bottenyta. Möjligheterna är då mycket större för att utnyttja jordvärmesystem till uppvärmning även i flerfamiljshus, hyreshus och i befintlig bebyggelse. Ackumulatorn kan placeras under grönytor, gator och parkeringsplatser m m.

Projektet har bedrivits vid Geologiska institutionen under hösten 1979 inom JORDVÄRMEGRUPPENS verksamhet vid Chalmers tekniska högskola under ledning av professor K Gösta Eriksson.

Anslag har erhållits från Statens råd för byggnadsforskning (BFR projekt nr 770611-4).

Göteborg i december 1979

Björn O. Modin

Peter Wilén

Tidigare har i denna serie, Byggnadsuppvärmning med jordvärmepump, utgivits följande rapporter:

Förutsättningar i befintlig bebyggelse: Nicke Blomquist & Lars Jacobson, BFR, rapport R94:1978.

Geologiska faktorer: Björn Modin, BFR, rapport R55:1979.

SAMMANFATTNING

De geologiska och hydrogeologiska förutsättningarna är av stor betydelse för val och utformning av olika jordvärmesystem. På grund av att kostnaderna för anläggande av markackumulatören är en begränsande faktor för utnyttjande av vertikala jordvärmesystem är det viktigt att känna till vilka typer av jordarter som dominerar våra tätorter. Lera, silt och eventuellt sand är idag de jordarter där det vertikala jordvärmesystemet kan utföras till försvarbara kostnader. Med ett horisontellt jordvärmesystem kan ackumulatören enkelt förläggas i de flesta jordarter.

Dominerande jordart i Svergie är moränen som täcker ca 70% av landets yta, men eftersom huvuddelen av våra tätorter ligger i dalar och i närheten av vattendrag kan inte jordartsfördelningen där jämföras med den för hela landet. Dominerande jordarter är där lera, silt, sand och isälvsgrus, vanligen med betydande mäktighet.

Rapporten visar att det finns geologiska förutsättningar för utnyttjande av vertikala jordvärmesystem i större skala. Inventeringen har gällt i första hand lera med större mäktighet än 10 m och sand. Även andra jordarter samt förekomsten av vattendrag har tagits med.

Delrapport 1 omfattar de 19 största tätorterna i ett bälte i Mellansverige som sträcker sig från Göteborg till Stockholm. Varje undersökt område innefattar den direkta tätortsbebyggelsen med närmast omgivande terräng. Sammanlagt bor ca 2.7 miljoner av Sveriges totala befolkning i dessa områden (Fig. 2).

Grundmaterialet för undersökningen har varit den topografiska kartan samt SGU:s jordartskartor med tillhörande beskrivningar. Mäktighetsuppgifter har huvudsakligen erhållits från de berörda kommunerna.

Undersökningen är mycket översiktlig och felmarginalen på alla uppskattade areor och resultat kan sättas till $\pm 10\%$. Den skall ge en uppfattning om potentialen för denna typ av system i Sverige. Det är inte meningen att den skall tala om var man kan utföra vertikala jordvärmesystem. Då måste betydligt noggrannare undersökningar göras.

Resultat:

Totalt km ²	Vatten km ²	Land km ²	Lera km ²	Lera djupare än 10 m km ²	Sand km ²	Övrigt km ²
2610	300	2310	880	215	290	1140
		100%	38%	9.3%	12.5%	49.5%

Övrigt omfattar huvudsakligen berg i dagen, morän och isälvs-material med stor andel av grövre fraktioner,

Om alla 215 km² lera med djupet 10 m utnyttjas som värmemagasin*) så kan 19 TWh/år lagras. Detta motsvarar det totala värmelagrings-behovet för 1.8 miljoner bostäder. Teoretiskt går det alltså att lagra värme med vertikalt jordvärmesystem för alla bostäder i området (ca 1 miljon bostäder). Då utnyttjas drygt hälften av den djupa leran.

Inom idag bebyggt område i de 19 tätorterna finns ca 140 km² av den djupa leran. I denna lera kan man teoretiskt sett lagra all den energi som behövs för uppvärmning av 1.1 miljoner bostäder (3 miljoner människor).

All denna lera kan naturligtvis ej utnyttjas av olika skäl. Vissa leror kan påverkas av uppvärmningen på ett sätt som gör dem olämpliga för ackumulering. I de centrala delarna av städerna är den bebyggda delen av marken så stor att inget lätt-tillgängligt utrymme finns för anläggningen (eventuellt skulle den kunna läggas under vägar och parkeringsplatser). I andra fall i äldre småhusområden är exploateringsstalet så lågt att endast en liten del av den lera som finns behöver utnyttjas. Avståndet från områden med djup lera till bebyggelsen kan ibland vara för stort och slutligen är stora delar av den befintliga flerfamiljsbebyggelsen i våra större städer idag fjärrvärme-ansluten, vilket kan göra jordvärmealternativet ointressant. I många fall kan större lerdjup än 10 m utnyttjas för värmelag-ring, vilket gör att betydligt mer energi kan lagras per km².

*) Lerans specifika värmekapacitet satt till 0.9 kWh/m³°C
Utnyttjad temperaturdifferens (Δt): 10°C, dvs lerans
värmekapacitet 9.0 kWh/m³

En normal lägenhet behöver lagra ca 11 000 kWh per år, dvs ungefär halva energibehovet. Med en mäktighet hos värmelagret på 10 m i lera betyder detta att en yta av ca 125 m² tas i anspråk. Exploateringsstalet* bör då vara 0.6 eller lägre för att jordvärmesystemet enkelt skall kunna användas. Förutom den del av tomtytan som inte är bebyggd kan ackumulatoren även placeras under gator, parkeringsplatser och parker. Då kan områden med betydligt högre exploateringsstal vara aktuella för det vertikala jordvärmesystemet.

Befolkningstätheten inom större tätorter i Sverige är i genomsnitt 4 000 inv/km², vilket medför ca 1 500 bostäder/km². Detta motsvarar att 10% av hela tätortsarealen är bebyggd. Restande 90% består alltså av tomtmark, vägar, parker etc. Lättillgängliga utrymmen för jordvärmemagasin bör alltså finnas, utom i de centralaste delarna av tätorterna där bebyggelsen huvudsakligen består av affärer och kontor. Centrumbebyggelsen är dessutom ofta fjärrvärmeansluten. Den bebyggelse som är enklast att direkt förse med vertikalt jordvärmesystem är en- eller flerfamiljshus som idag uppvärms med vattenradiatorer med försörjning från egen oljepanna och som finns på eller nära djupare lerlager.

I de tätortsområden som är med i undersökningen finns ca 70% av lägenheterna i flerfamiljshus och 30% i småhus. Av småhusen uppvärms ca 75% med egen panna och samma gäller ca 20% av flerfamiljshusen. Detta är sammanlagt ca 680 000 flerfamiljslägenheter varav 136 000 värms upp med egen panna och ca 300 000 småhus varav 225 000 idag har oljeeldning. Sammanlagt kan alltså 360 000 lägenheter (motsvarar ca 1 miljon inv) teoretiskt sett enkelt värmas upp med vertikalt jordvärmesystem. Problemet som återstår är då hur många av dessa som står på eller finns i närheten av djupare lerlager. Ett rimligt antagande kan vara att en tredjedel, dvs 120 000 lägenheter, ligger lämpligt till. Om man antar att dessa värmepumpar får en årsmedelvärmefaktor på 3.0 blir den årliga besparingen 1.7 TWh, motsvarande 2.3 TWh i inköpt olja (75%

* Exploateringsstalet definieras som kvoten mellan lägenhetsyta och tomtyta.

pannverkningsgrad), och 15 av de 140 km² lera har då utnyttjats för värmelagringen.

Om ingen hänsyn tas till uppvärmningssystemet fås med 1 500 bostäder/km² och en total leryta på 140 km² att sammanlagt 210 000 bostäder skulle kunna värmas upp med ett vertikalt jordvärmesystem. Med en årsmedelvärmefaktor på ca 3.0 blir den årliga besparingen ca 3.1 TWh. Med 75% pannverkningsgrad spar vi ca 410 000 m³ olja eller 4.1 TWh i inköpt olja. Då utnyttjas endast 26 km² av de totalt 140 km² lera som finns.

Ett sätt att enkelt utnyttja en större del av den djupa leran är att anlägga stora värmemagasin i leran och sedan transportera värme i kulvertar till närliggande bostadsområden. Man kan tänka sig värmemagasin under parker, parkeringsplatser etc i närheten av tätare bebyggelse och på så vis använda upp mot 50 km² av de 140 km² som finns. Detta motsvarar uppvärmningen för ca 400 000 bostäder och skulle innebära en årlig besparing av 5.9 TWh eller 7.9 TWh i inköpt olja vid 75% pannverkningsgrad. Det är troligt att ytterligare lerarealer skulle kunna utnyttjas och därmed möjligheten att spara ytterligare TWh men även här spelar även den befintliga bebyggelsens nuvarande uppvärmningssystem en stor roll. Det är mycket svårt att uppskatta hur många bostäder som enkelt kan anpassas till vertikal jordvärme av de 1 miljon bostäder som finns i undersökningsområdet.

I stora delar av lerområdena är mäktigheterna betydligt större än 10 m, detta gäller framför allt Göteborg, Kungsbacka, Uddevalla, Norrköping och Uppsala. Här kan alltså värmelagren göras djupare och därmed kan större mängder värme lagras. I en del områden kan andra typer av jordvärmesystem vara aktuella, det gäller områden som huvudsakligen består av grus och sand och där grundvattenströmningen kan vara av intresse. Geologiska förutsättningar för dessa typer av jordvärme finns i Motala, Nyköping, Jönköping, Skövde och Karlstad. Här har inga beräkningar på värmelagringsmöjligheten gjorts. Med en genomsnittlig bebyggd tätortsyta på 10% finns utrymme för

horisontella jordvärmesystem i våra tätorter med undantag för centrumområdena.

En av de största begränsningarna för utnyttjande av vertikala jordvärmesystem är följaktligen anpassningen till uppvärmningssystemen i den idag befintliga bebyggelsen. Vid nyproduktion av bostäder kan man välja system beroende på områdets förutsättningar.

Det är därför bl a en kostnadsfråga vilka hus och uppvärmningssystem som kan konverteras. I första hand gäller det troligtvis hus anslutna till mindre panncentraler och övriga hus med vattenburen värme, som ej är anslutna till större fjärrvärmenät.

Slutligen omfattar den här undersökningen endast ca 1/3 av Sveriges bostäder och minst lika stora besparingar är möjliga i resten av vårt bostadsbestånd. Förmodligen är möjligheterna större i övriga Sverige då exploateringsstalen är lägre och fjärrvärmeanläggningar inte är utbyggda i lika stor omfattning som i flertalet av de större tätorterna i Mellansverige.

Undersökningens syfte och mål har varit att skapa ett underlag för att kunna göra en bedömning av möjligheterna till praktisk tillämpning av vertikala jordvärmesystem i lera i större skala.

Vertikala jordvärmesystem kräver en mäktighet på minst 10 m för att blir ekonomiskt och tekniskt konkurrenskraftiga. Denna gräns har använts för att beräkna hur stora ytor som kan användas för vertikal jordvärme. Systemet kan givetvis även användas vid mindre mäktigheter. Överslagsmässiga beräkningar har även gjorts på hur mycket energi som kan lagras i leran som är djupare än 10 m. Undersökningen har också tittat på större sandområden samt sjöar och vattendrag i och i närheten av tätorterna. Dessa uppgifter är av intresse för andra typer av jordvärmesystem, såsom användande av grundvatten och bottensediment i sjöar som värmelager. Några beräkningar har inte gjorts på vilka mängder värme som kan lagras eller tas ut.

Det bör observeras att undersökningen är grov, den innehåller inga detaljuppgifter utan skall ses som en översiktlig inventering. Den kan dock vara en utgångspunkt för mer detaljerade undersökningar i speciellt intressanta områden.

Den procentuella jordartsfördelningen i Sverige har tidigare undersökts av Naturhistoriska riksmuseets mineralogiska avdelning. Undersökningen är redovisad i Atlas över Sverige, 1953. Den visar på en relativt stor procent morän, ca 70% av Sveriges yta täcks av morän.

Indelningen av Sverige i olika jordartsregioner framgår av kartan (fig. 1), där även jordartsfördelningen för några viktigare områden redovisas i cirkeldiagram. Jordarternas procentuella fördelning inom alla jordartsregionerna ges i tabell 1. Det som i tabellen redovisas som myr är vanligen underlagrat av morän, vilket är viktigt att känna till. Naturhistoriska riksmuseets undersökning ger dock ingen riktig bild av förhållandena i större tätorter, då dessa vanligen ligger i dalar och i närheten av vattendrag, där jordarter och jordlagerföljder vanligtvis består av lera, silt, sand och isälvsgrus.

Teckenförklaringar:



Lera



Sand



Isälvsgrus



Morän



Berg



Moränlera

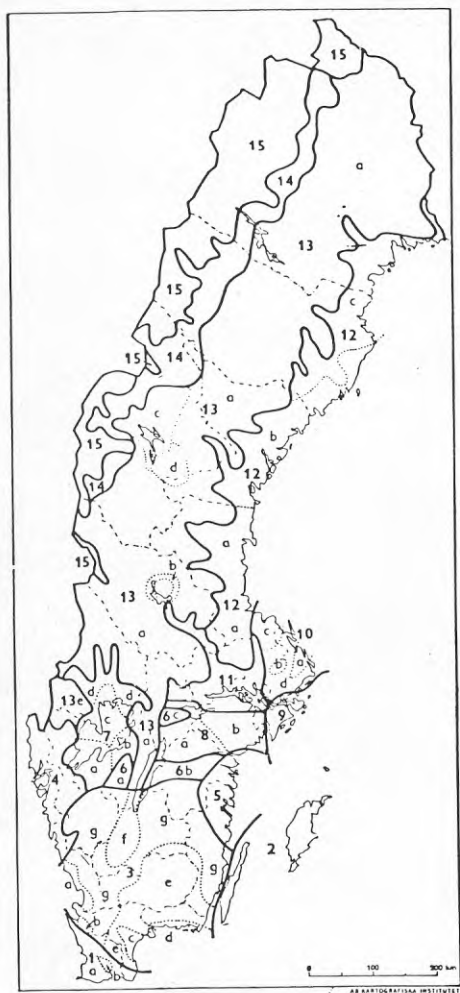


Myr



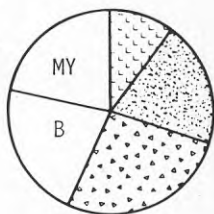
Övrigt

Jordarternas procentuella fördelning i några viktigare jordartsregioner.

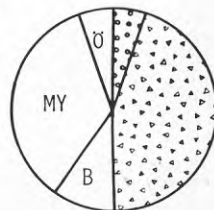


Figur 1. Indelning av Sverige i jordarts-regioner (Atlas över Sverige, 1953).

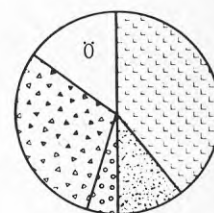
12b



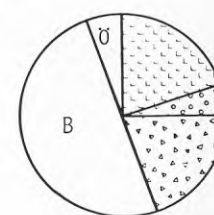
13a



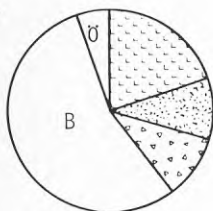
11



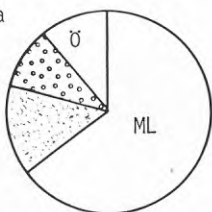
9



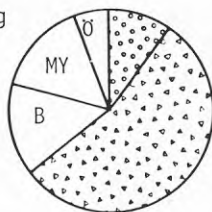
4



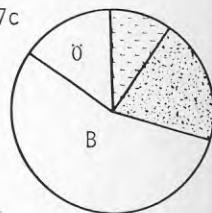
1a



3g



7c



O m r å d e	Kalt berg	Morän	Isälvsgrus	Sand	Lera	Moränlera	Myr
1. Sydvästra Skåne							
1a. Skånes moränlerområde	<1	<5	10	15	5	65	5
1b. Vombsjöbäckens sandområde	—	<5	25	45	5	10	15
2. Kalköarna i Östersjön							
2a. Öland	25	5	<5	30	—	35	<5
2b. Gotland	25	—	5	30	<5	30	10
3. Sydsveriges moränområde							
3a. Hallandskustens sandslätt	10	15	<5	50	20	—	<5
3b. Ängelholmsslättns ler- och sandområde ..	—	15	<5	35	40	10	—
3c. Kristianstadslettens sandområde	—	25	<5	55	10	—	10
3d. Blekinges berg- och lerområde	40	35	<5	15	5	—	5
3e. Sydöstra delens rena moränområde	5	70	5	<5	<5	—	15
3f. Sand- och grusområdet	5	40	10	20	<5	<5	20
3g. Morän- och grusområdet	15	55	10	5	<5	—	15
4. Västkustens berg- och lerområde	55	10	<5	10	20	—	5
Ostkustens berg- och lerområde	55	20	5	<5	15	—	5
6. Sydsveriges kambrosilurerna							
6a. Västergötlands kambrosilurerna	5	20	10	20	20	15	10
6b. Östergötlands kambrosilurerna	15	20	5	10	35	10	5
6c. Närke kambrosilurerna	—	30	<5	10	40	—	20
7. Vänerbäckens berg- och lerområde							
7a. Västergötlands- och Dalboslettens ler- och sandområden	15	10	<5	25	40	<5	5
7b. Mariestadstraktens morän- och lerområde ..	5	40	<5	15	30	—	10
7c. Värmlandsnäs- och Karlstadstraktens berg- och sandområde	55	5	5	20	10	—	5
7d. Nedre Värmlands morän- och lerområde ..	25	35	5	10	15	—	10
8. Södermanlands-Närke morän- och lerområde							
8a. Västra morän- och bergområdet	20	45	<5	10	10	—	10
8b. Östra berg-, morän- och lerområdet	25	25	<5	10	25	—	10
Södertörns och Stockholms skärgårds berg- område	50	20	<5	5	20	—	<5
10. Upplands moränområde							
10a. Roslagens moränlerområde	25	35	<1	10	10	10	10
10b. Uppsalastraktens bergområde	50	30	<1	<1	<1	—	20
10c. Norra Upplands myrområde	5	45	<5	10	5	—	35
10d. Morän- och lerområdet	20	45	<1	<5	15	—	15
11. Mälarbäckens ler- och moränområde	10	30	5	10	40	—	5
12. Norrländska kustzonen							
12a. Moränområdet	10	25	10	15	10	—	35
12b. Bergområdet	20	30	<5	20	10	—	20
12c. Morän- och sandområdet	10	25	<5	25	10	—	30
13. Inlandets morän- och myrområde							
13a. Morän- och myrområdet	10	45	5	5	<5	—	35
13b. Siljanstraktens kambrosilurerna	—	45	20	20	5	5	5
13c. Jämtlands kambrosilurerna	<5	—	5	<5	—	55	35
13d. Rävsnäs bergområde	20	45	5	—	—	5	25
13e. Sydvästra Värmland—Dalslandsområdet ..	25	55	10	—	<5	—	10
14. Förfjällens moränområde	<5	65	<5	<5	—	<1	25
15. Kalfjällsområdet

Arealciffrarna äro erhållna genom punktinventering utförd vid Naturhistoriska riksmuseets mineralogiska avdelning. Mätningarna äro utförda för södt och mellersta Sverige på kartor i skalan 1:400 000 och för övriga delar av landet på kartor i skalan 1:1,5 milj. I första fallet var avståndet mellan punkterna 5 mm, i senare fallet 2,5. Värdena, avrundade till jämna 5- eller 10-tal, avse procent på landarealen.

TABELL 1. Jordarternas procentuella fördelning inom de olika jordartsregionerna (Atlas över Sverige, 1953)

Som första undersökningsområde valdes ett bälte i Mellan-sverige, som sträcker sig från Göteborg upp till Stockholm. I detta område är ca 40% av Sveriges befolkning bosatt och genom att välja ut de 19 viktigaste tätorterna har vi täckt in ungefär 2.7 miljoner av Sveriges befolkning.

Följande tätortsområden ingår i den här undersökningen:

Borås	Norrköping
Eskilstuna	Nyköping
Göteborg	Skövde
Jönköping	Stockholm
Karlskoga	Södertälje
Karlstad	Uddevalla
Kungsbacka	Uppsala
Linköping	Vänersborg-Trollhättan
Motala	Västerås
	Örebro

(Se figur 2)

För de fortsatta undersökningarna har följande områden valts ut:

Norrlandskusten (lera och silt)

Västkusten, söder om Kungsbacka (mäktiga sandavlagringar)

Östkusten, söder om Norrköping

Inre Götaland

Norra delarna av det inre Svealand.

Dessa områden har sådan befolkningstäthet och innehåller så stora kommuner att det är av intresse för bedömningen av den praktiska tillämpbarheten av jordvärmesystem i Sverige.

UNDERSÖKTA TÄTORTSOMRÅDEN



Figur 2. Undersökta tätortsområden, del 1 Mellansverige.

4 ARBETETS UPPLÄGGNING

Grundmaterialet för bestämning av områdenas gränser och utseende har varit den topografiska kartan i skala 1:50 000. Gränsdragningen har skett helt godtyckligt utan hänsyn till fastställda kommungränser. Meningen har varit att täcka in den bebyggda tätortsytan med de närmaste omgivningarna med tanke på eventuell tätortsexpansion. Den geologiska karteringen med bestämning av jordartsgränser har gjorts efter SGU:s geologiska kartor.

Kartmaterialets kvalitet har varierat en del i de olika områdena. De flesta av tätorterna finns med på SGU:s jordarts-kartor serie Ae i skala 1:50 000, men ibland har denna del av arbetet gjorts efter de kombinerade jord- och bergartskartorna i serie Aa (1:50 000). Kartorna i serie Aa är äldre, mindre detaljerade och bygger på gamla generalstabskartor, som inte visar helt rätt. I några enstaka fall har det även funnits kartor i skala 1:20 000, som varit till god hjälp i detta arbete.

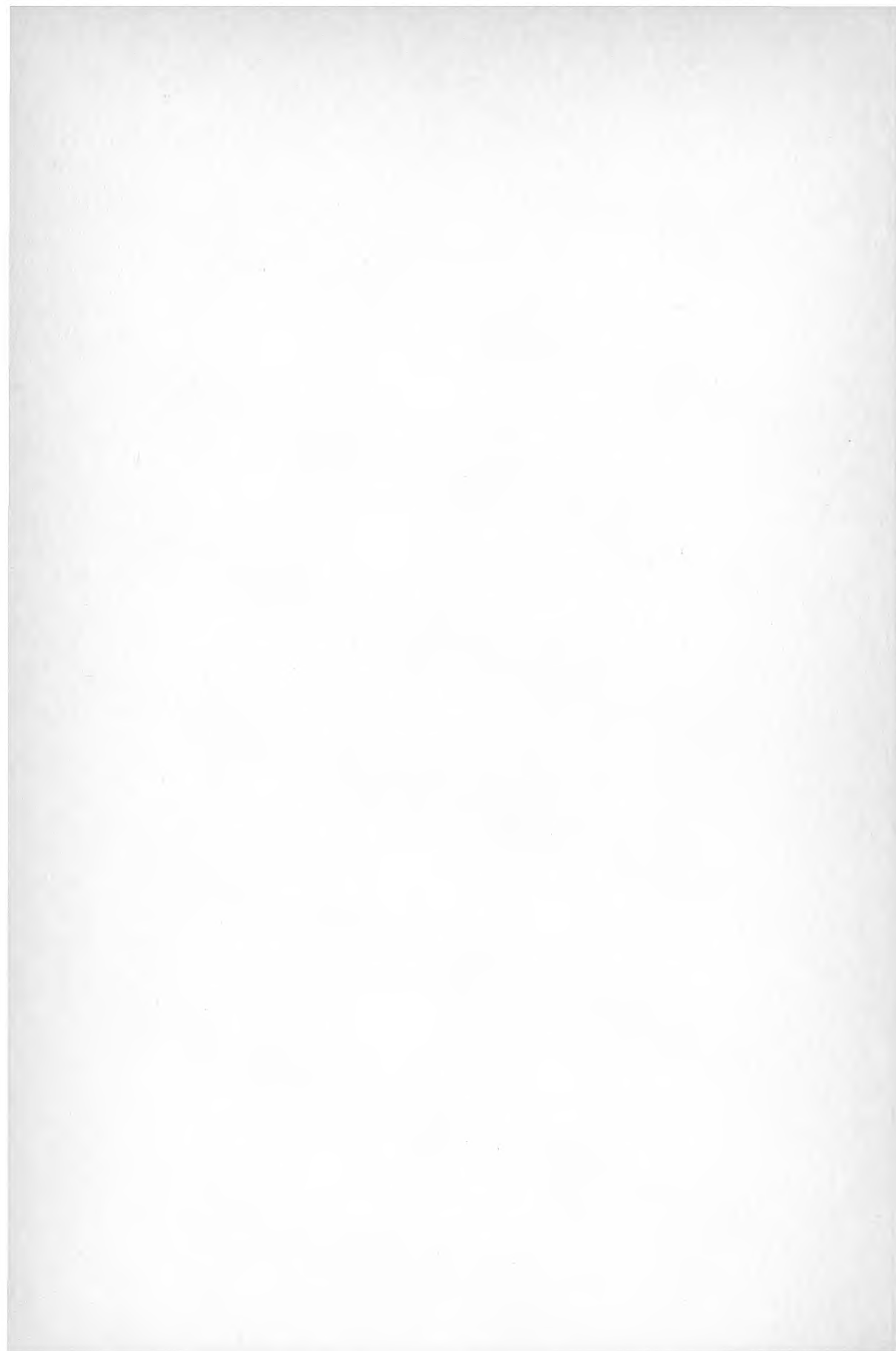
Ytorna har sedan mätts upp med en planimeter, det gäller områdenas hela yta, landyta samt vatten. Landytans geologi har delats in i lera, sand och "övrigt", där övrigt innefattar framför allt berg, grus och morän. Begreppet lera innefattar alla jordarter med en lerhalt överstigande 15%. Undantag gäller då det visat sig att leran innehåller mycket grovt material som försvårar anläggandet av vertikala jordvärmesystem.

Därefter har den procentuella andelen lera resp sand bestämts.

För att få uppgifter om lerområden med stor mäktighet har kontakt tagits med respektive kommun och ibland även med de konsultföretag som utfört många grundundersökningar inom kommunen. Här skiljer sig grundmaterielts kvalitet från områden till område, framför allt beroende på kommunens uppläggning av sina grundundersökningsarkiv. Mäktighetsuppgifterna insamlades genom besök hos kommunernas planavdelningar, gatukontor eller konsultföretag. Besöken varade ett par timmar och bestod i allmänt samtal om lermäktigheter i området. I vissa fall med hjälp av en byggnadsgeologisk karta men för det mesta över en stadskarta. Hela tiden gjordes stickprov i de geo-

tekniska arkiven. Därefter mättes dessa ytor upp med planimeter och den totala ytan med lera djupare än 10 m beräknades. Vid dessa uppskattningar spelar även områdets allmänna geologi en stor roll. I områden med enhetlig geologi är det lätt att få fram ett riktigt resultat medan det i områden med mer komplicerad uppbyggnad har varit svårare att med måttlig arbetsinsats nå godtagbara resultat. Felmarginalen vad det gäller uppmätta ytor är $\pm 10\%$.

Till sist har även den totala volymen lera beräknats för att få en uppfattning om värmelagringsmöjligheterna i denna. Här har konsekvent räknats med lerdjupet 10 meter även då man vet att stora delar av leran har större eller i många fall betydligt större mäktighet. I verkligheten är det alltså större volymer lera som kan utnyttjas som värmelager och alltså egentligen mer värme som kan lagras än vad undersökningen visar.



5 UPPLAGGNING AV REDOVISNINGEN

De olika områdena redovisas i det följande var för sig. Först beskrivs områdets allmänna geologi, kartmaterialet och kommunkontakter presenteras och sedan följer en redogörelse över vilka områden som är speciellt intressanta för vertikal jordvärme. Därefter redovisas en kartskiss i skala 1:200 000* som visar områdets storlek och utseende. På kartskissen är även viktigare områden med djupare lerlager antydda. Sedan följer ett cirkeldiagram som visar den procentuella jordartsfördelningen, där lera, lera med djup > 10 m, sand och övrigt är inlagda som tårtbitar. Till sist redovisas uppmätta ytor (km^2) och teoretiskt möjlig värmelagring (kWh).

Vid beräkningen om möjlig värmelagring har all lera med maktigheten 10 m tagits med oberoende av var den finns i området. Lerans värmekapacitet har satts till 0.9 kWh/m^3 vid 30°C och med $\Delta t = 10^\circ$ kan alltså 9 kWh/m^3 lera lagras.

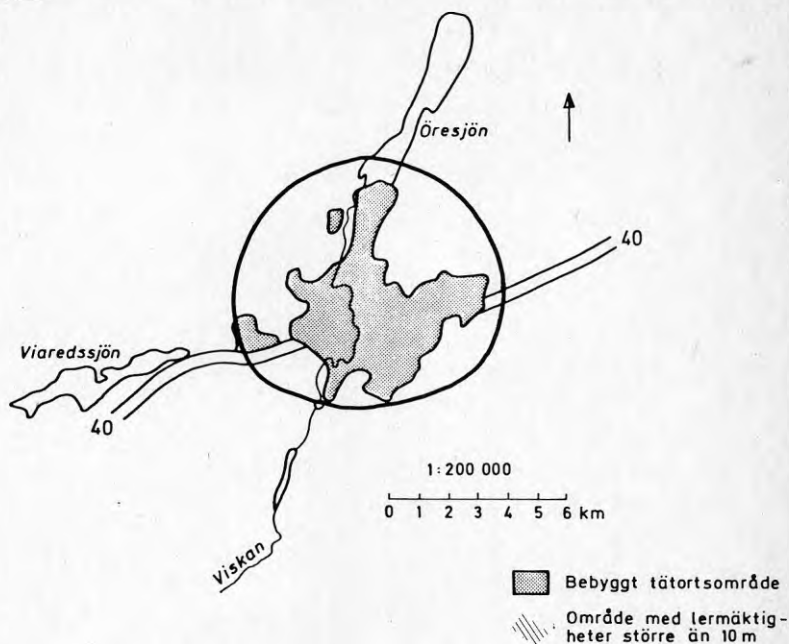
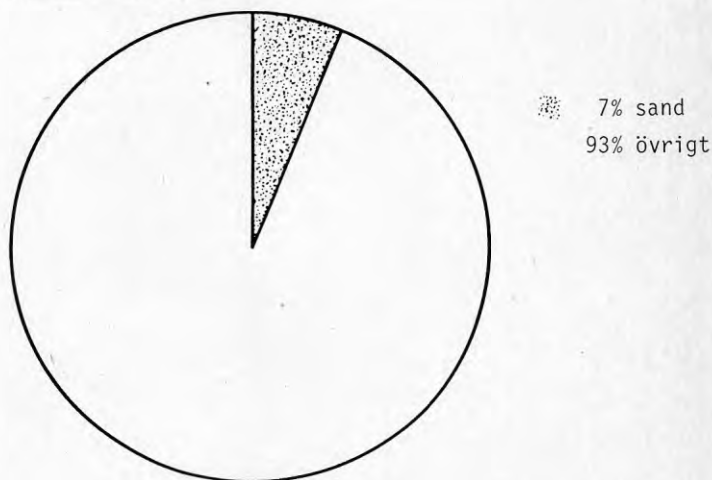
* Stockholm och Göteborg skala 1:400 000.

Borås

Huvuddelen av området består av morän samt berg i dagen (gnejs). Från Öresjön och söderut genom Borås stad rinner Viskan och dess dalgång domineras av sand och mo. Här finns också ett större område med rullstensgrus. Utefter Viskan finns en del små områden med svämsand. Då området ligger över högsta kustlinjen saknas lera nästa helt.

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskarta serie Aa nr 28 använts. Dessutom har SGU i Göteborg bidragit med färskare material samt uppgifter om mäktigheter.

Det område som är mest intressant ur jordvärmesynpunkt är Viskans dalgång. Den består huvudsakligen av sand och mo. Det är knappast troligt att det finns någon lera i de ganska mäktiga avlagringar som finns här. Delar av dalgången har mäktigheter ned mot 30 m eller mer. Framför allt borde jordvärmesystem som utnyttjar grundvatten vara av största intresse i ett sådant område, liksom utnyttjande av Viskans bottensediment.

BORASProcentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
59.8	2.3	57.5	-	-	3.6	53.9

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: - kWh

Eskilstuna

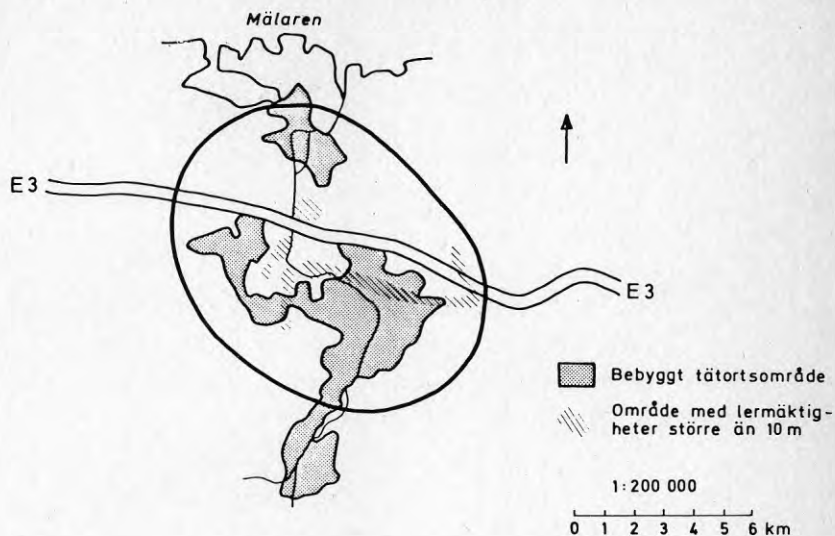
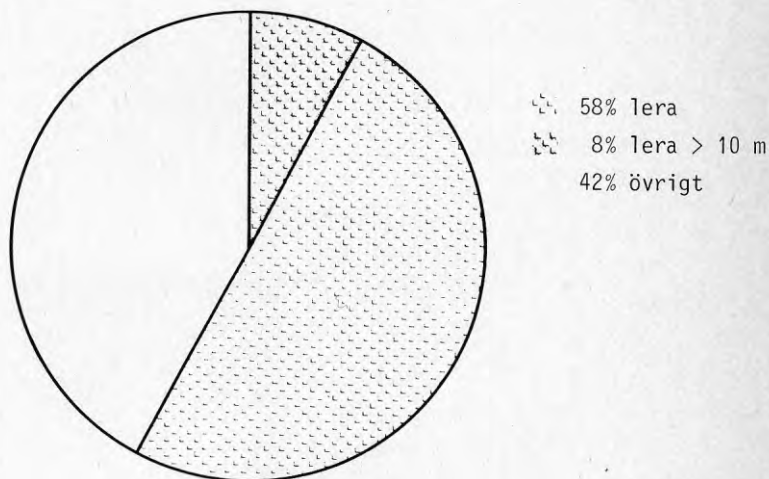
Runt Eskilstunaån finns framför allt gyttjelera och glaciallera. Längre från ån dominerar den postglaciala leran.

Syd och väst om staden finns morän med hög blockhalt, berg i dagen (gnejs) och i dalgångarna postglacial lera. Ca 3 km väst om centrum går en rullstensås i nord-sydlig riktning.

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskarta serie Aa nr 196 och nr 200 använts.

Områden med mäktigare lerlager har bestämts i samråd med Eskilstuna kommuns generalplaneavdelning.

Djup på mer än 10 m finns utefter Eskilstunaån och utefter bäckar i de större lerområdena, vid Djursta och utefter Borsökraån. I Övrigt är det dåligt med mäktigare lerlager i sammanhängande områden. Detta gäller även utefter Eskilstunaån, där mindre områden med liten mäktighet kan uppträda. Små områden med stora lerdjup finns lokalt i smala sprickdalar.

ESKILSTUNAProcentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
78.9	1.4	77.5	44.7	6.0	-	32.8

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $5.4 \cdot 10^8$ kWh

Göteborg

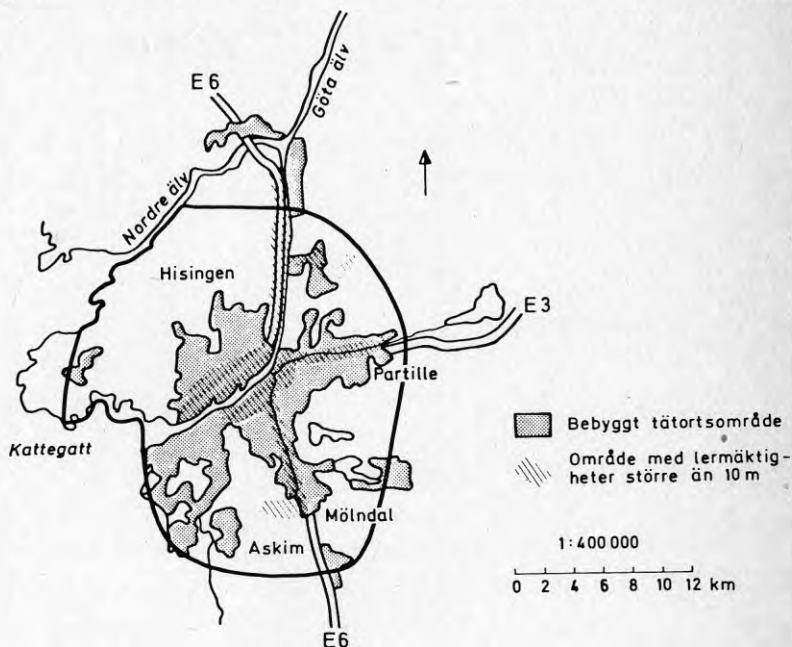
I Göteborgsområdet domineras geologin av lera och berg. Dessutom finns sen- och postglaciala sandavlagringar som vanligen ligger på lera. Mindre områden med morän finns på Hisingen och söder om Mölndal. Man kan också hitta mindre isälvsavlagringar, bl a vid Delsjöarna. Dominerande bergarter är graniter och gnejser.

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskartor serie Aa nr 173 och 195, serie Ae nr 26 samt SGU:s geologiska karta över Göteborgs stad med närmaste omgivningar (skala 1:25 000) använts.

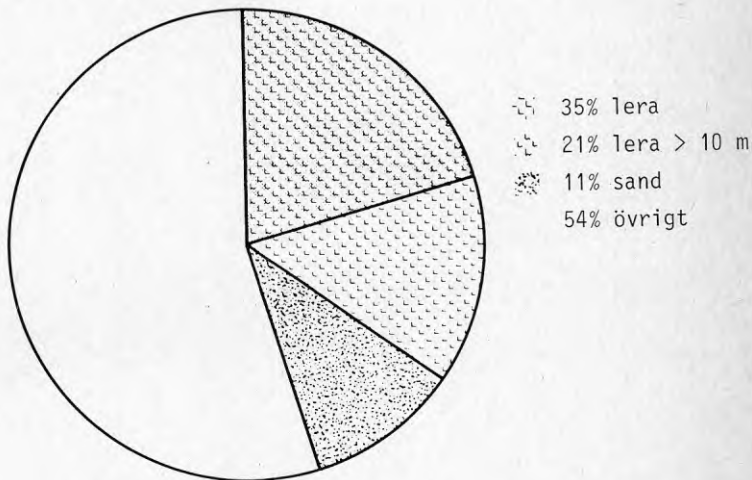
För uppgifter om lermäktigheter har Stadsbyggnadskontoret i Göteborg kontaktats. Vi har även använt arbetsskisser till ingenjörsgeologiska kartblad (skala 1:4 000) samt generalplanen över Angered.

Mäktigheterna hos leran varierar i olika delar av området. I de centrala delarna av Göteborg, Göta älvdalen, Säveåns och Mölndalsåns dalgångar är 80-90% av leran djupare än 10 m, och djup på över 100 m har mätts upp. I de högläntare trakterna är stora lermäktigheter mindre vanliga, men i Angered och i Askim är ca 60% av leran mäktigare än 10 m. För stora delar av Hisingen är ca 30% av leran av 10 m djup eller mer.

GÖTEBORG



Procentuell jordartsfördelning.



Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
420.0	15.0	405.0	141.0	83.0	43.0	221.0

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $74.7 \cdot 10^8$ kWh

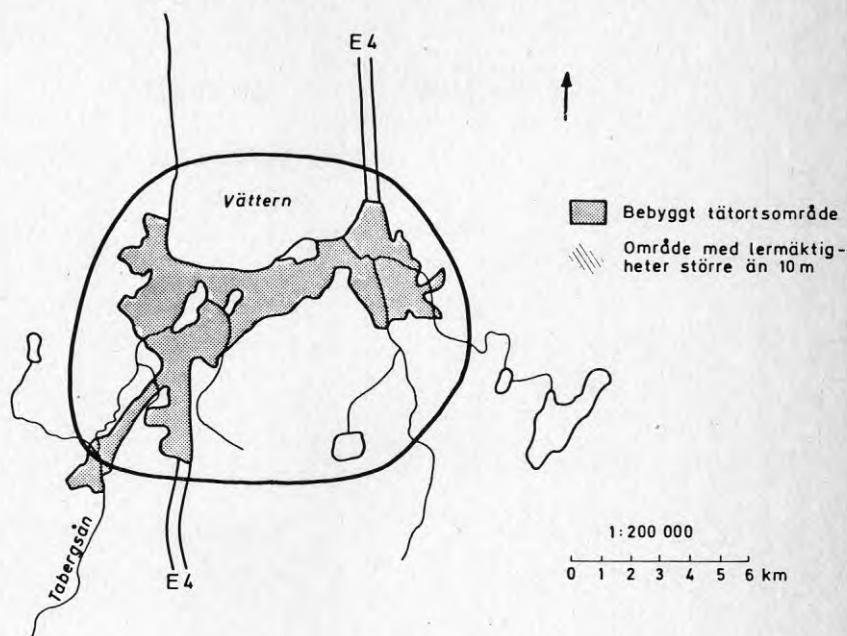
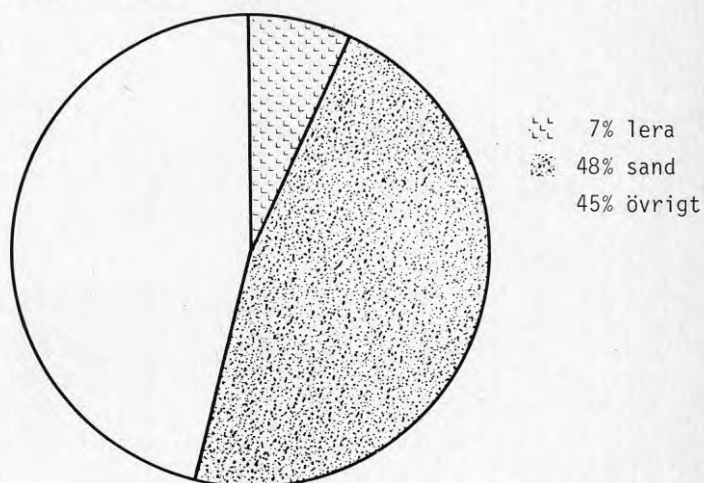
Jönköping

Största delen av området består av grusblandad sand och morän. Sanden dominerar framför allt i väster. Lera finns i mindre omfattning söder och SO om Vättern vid järnvägen samt vid Rogberga. Större torvområden finns i södra delen. Huvuddelen av berggrunden är täckt av sand, morän och lera och därför är det lite berg i dagen.

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskarta serie Aa nr 123 använts.

Hjälp med karteringen och uppgifter om lerområden med större mäktigheter har erhållits av Konsultfirman Per Rönborg i Jönköping.

Den varviga lerans mäktighet är normalt 1-2 m och överstiger sällan 4 m. Huvuddelen av leran underlagras av mäktiga sandlager. De största iakttagna mäktigheterna är i Rosenlunds backar, där mäktigheter finns på över 25 m. Vid borrhningar i centrala Jönköping har man funnit områden med lera och sand i växellagring med mäktigheter på 30-55 m. Denna uppblandning med sand i leran är vanlig i området, mäktigare avlagringar med ren lera saknas nästan helt. Ett område med fetare leror, dock med sandskikt, finns vid Rogberga. Sandområdenas mäktigheter är även de mycket varierande, från normalt 2-3 m djup finns större områden med ett tiotal meters mäktighet och det finns även borrhningar på 80 m till fast berg. I Jönköping finns stora möjligheter för värme-lagring i de dominerande grövre sedimenten, som har betydande mäktighet.

JÖNKÖPINGProcentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vättern	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
129.5	27.0	102.5	7.1	-	48.5	46.9

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: - kWh

Karlskoga

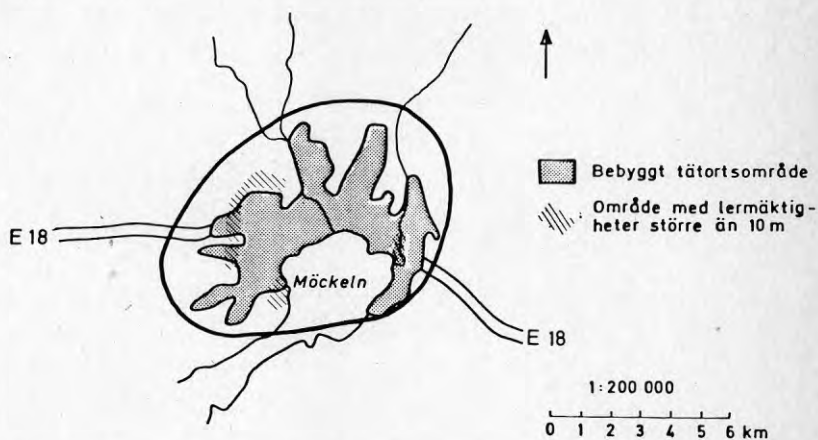
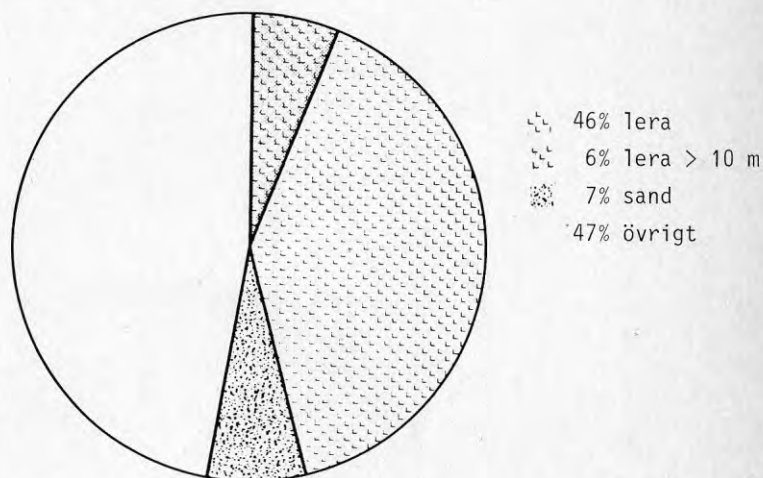
Dominerande jordarter inom området är marin lera och morän. Genom Karlskoga centrum går en rullstensås i nord-sydlig riktning och runt denna finns mindre sandområden. Svämsand finns vid Svartälvens utlopp i Möckeln. Sanden är vanligtvis underlagrad av lera.

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskarta serie Aa nr 122 använts.

För uppgifter om lermäktigheter har Tekniska kontoret i Karlskoga besökts.

Större områden med mäktiga lerlager saknas.

Djup större än 10 m finns i Aggerud (väster om Möckeln), utefter Kilstabäcken, vid flygfältet i nordväst samt vid Svartälvens mynning. I övrigt är det dåligt med mäktigare lerlager. Enstaka lerkörtlar förekommer dock. De största djupen finns vid flygfältet där 15-20 m har mätts upp. I sjön Möckeln finns 10-15 m mäktiga sediment.

KARLSKOGAProcentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
60.9	10.4	50.5	23.3	3.0	3.4	23.8

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $2.7 \cdot 10^8$ kWh

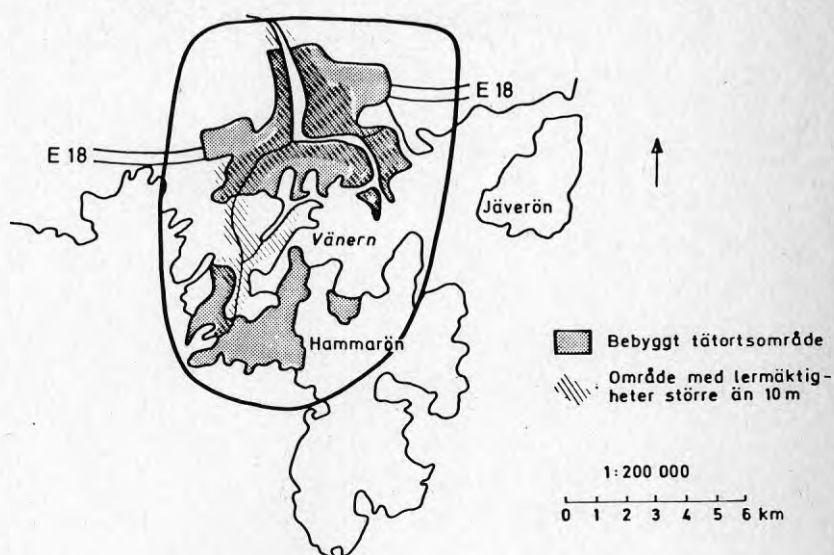
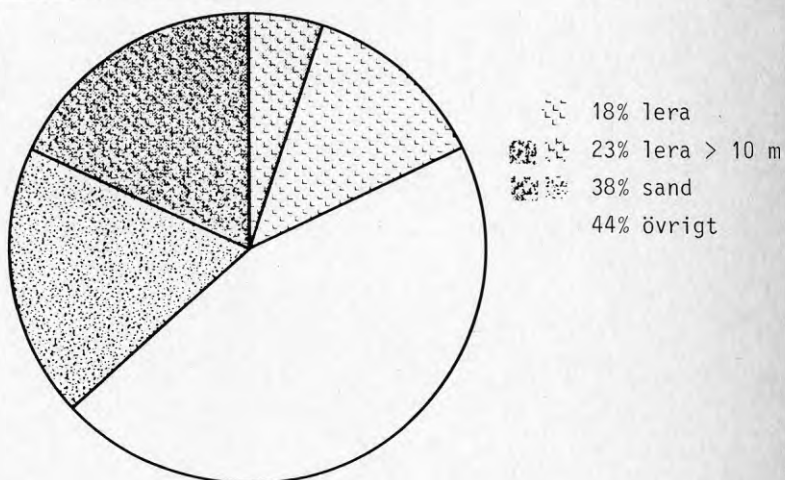
Karlstad

Området domineras av Klarälvens deltabildningar som huvudsakligen består av svämsand, under vilken det finns mäktiga lager lera. I deltat finns även uppstickande bergknallar av hyperit och gnejs. I dalarna finns framför allt Väner-lera men även sand och morän (speciellt i nordost, norr om Kroppkärrssjön).

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskarta serie Aa nr 174 använts.

För bestämning av områden med mäktiga lerlager har Gatukontoret och VIAK i Karlstad besökts. God hjälp har den av VIAK upprättade byggnadsgeologiska kartan varit (skala 1:4 000). Denna täcker största delen av deltaområdet med centrala staden, och anger med nivåkurvor djup till fast botten. Som grund för nivåkurvorna ligger ca 1 000 grundundersökningar.

Klarälvens deltabildning består i ytan huvudsakligen av svämsand och svämмо. Under denna finns vanligtvis mäktiga lerlager (svämmlera, Väner-lera). Totalt finns i deltaområdet ca 14 km² lera med en mäktighet på över 10 m som följaktligen är överlagrad av svämsand och svämмо. Utanför deltat, på Hammarön och i de västra delarna finns lokalt stora lermäktigheter. Drygt 4 km² av dessa områdets totala leryta (10.3 km²) har uppskattningsvis en mäktighet på 10 meter eller mer. Stora sedimentmäktigheter finns också i Vänern.

KARLSTADProcentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
107.0	28.1	78.9	14.1	18.4	29.2	35.6

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $16.6 \cdot 10^8$ kWh

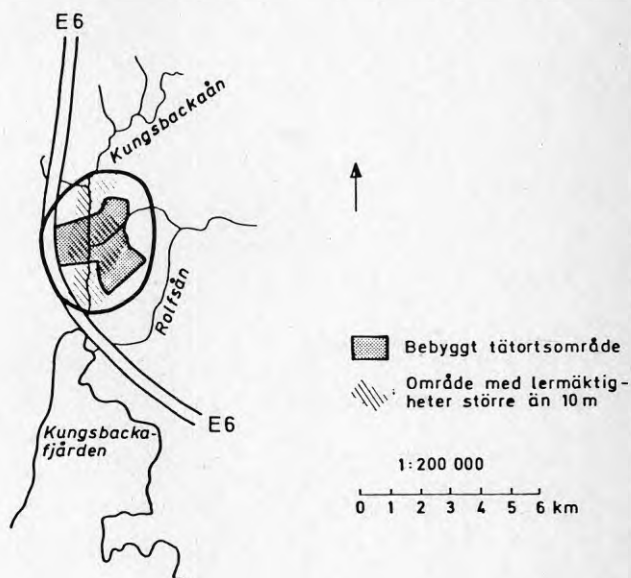
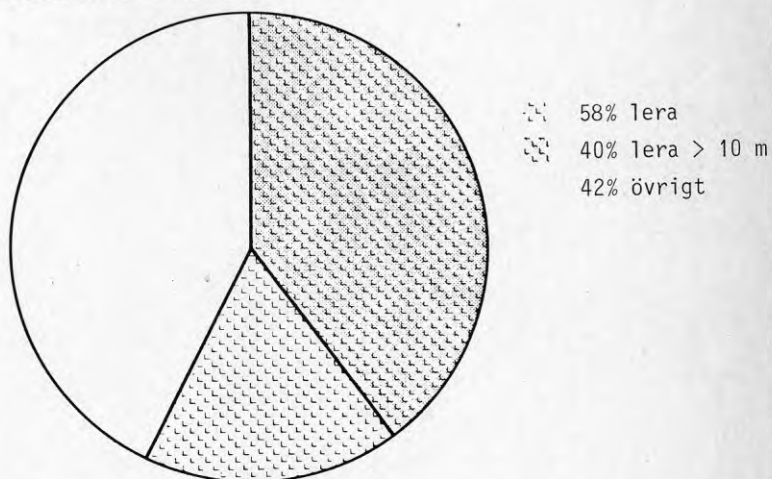
Kungsbacka

Området domineras av den postglaciala finleran, utefter ån är den överlagrad av svämsediment lera-finmo. I de högre belägna urbergsområdena finns glaciallera, sand, grus och morän. Dessa områden är dock mycket små. Den postglaciala leran har avlagrats i en stor krosszon som sträcker sig norrut genom Lindome upp till Göteborg. Utefter hela detta stråk finns mäktiga lerlager.

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskarta serie Ae nr 24 använts.

För bestämning av lermäktigheten har SGU:s kontor i Göteborg kontaktats.

Generellt kan sägas att nästan all lera i Kungsbacka har ett djup överstigande 10 m. Det är endast intill berget och i vissa små lerfyllda dalar, där mäktigheterna är mindre. Dessutom når leran avsevärda djup, mäktigheter på över 100 m har mätts upp. Detta gör området mycket intressant för lagring av värme med vertikalt jordvärmesystem.

KUNGSBACKAProcentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
11.8	0.3	11.5	6.6	4.6	-	4.9

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $4.1 \cdot 10^8$ kWh

Linköping

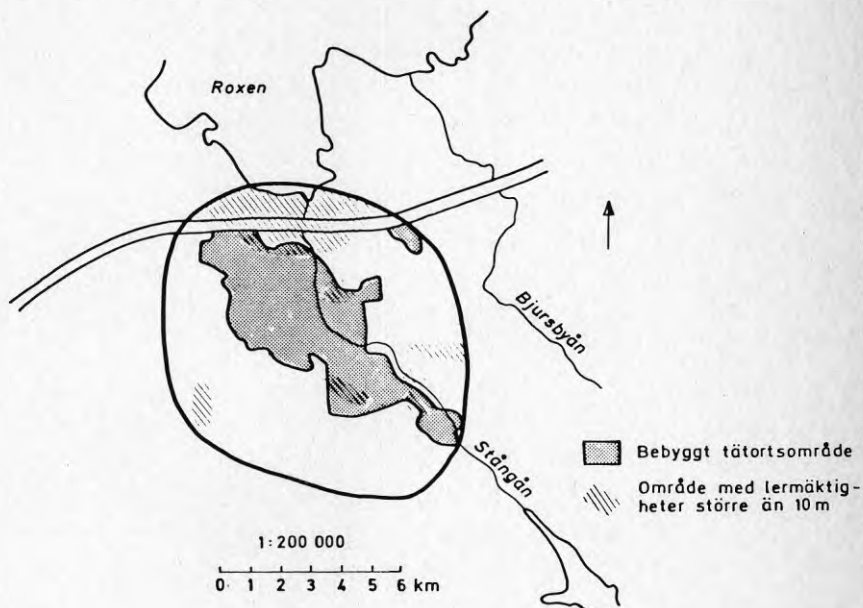
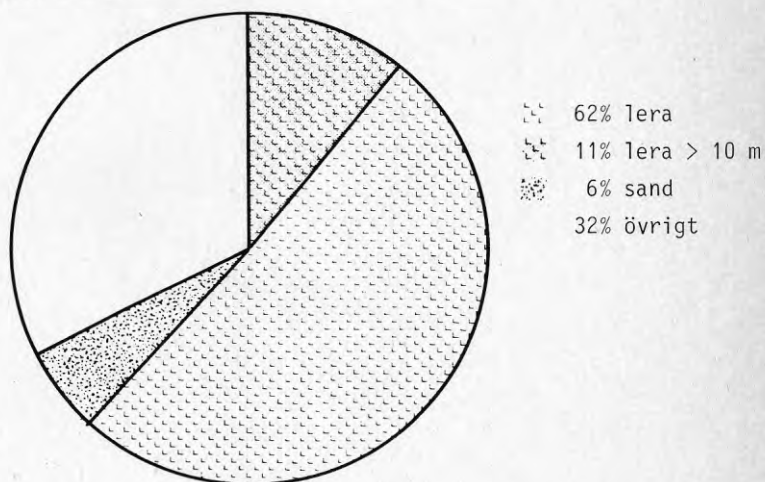
Klart dominerande jordart i ytan är den varviga lera. Dessutom finns morän med uppstickande berg (massformig granit och porfyr). I tätortens västra del finns en större isälvsavlagring med huvudfraktionen grovmo. I norr mot sjön Roxen dominerar den postglaciala finlera med ett tunt torvlager på och utefter Stångåns norra del svämsediment av lera och finmo.

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskartor serie Ae nr 13 och 19 använts.

För uppgifter om betydande lermäktigheter i området har tekniska kontoret på kommunen och VIAK i Linköping kontaktats.

Ett större område med betydande lermäktigheter finns i norr vid sjön Roxen. Här är huvuddelen av lera djupare än 10 m och flertalet borrhinar ned mot 25 meter finns. I övrigt är normalt det maximala lerdjupet på åkrar och slätter 5-8 m. Det finns större mäktigheter i mindre omfattning vid Sviestad, Bökestad, Tinnerö, Ullstämna, Österberga och Lambohov. Denna lera har även en del siltinslag.

LINKÖPING

Procentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
86.7	1.7	85.0	52.4	9.3	5.0	27.6

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $8.4 \cdot 10^8$ kWh

Motala

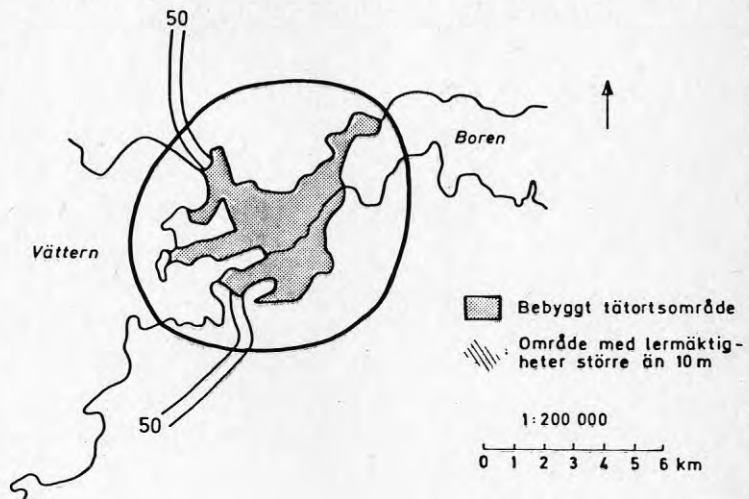
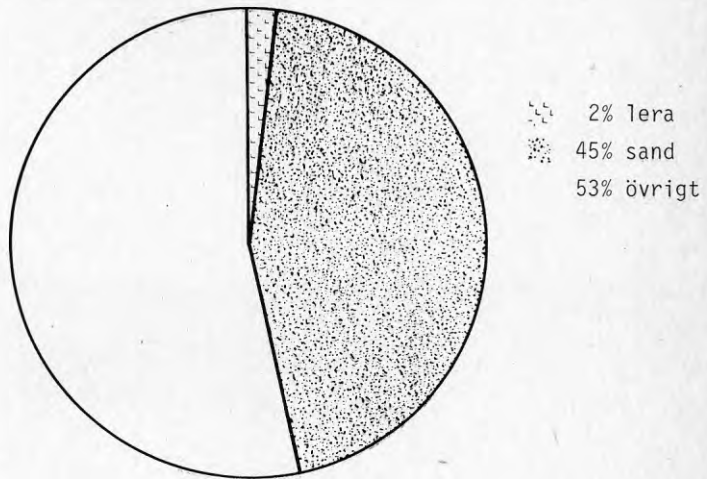
Hela området domineras av grövre jordarter än lera. I centrum av Motala finns en stor isälvsavlagring och i dess närhet stora områden med postglacial sand och grovmo. Söder om Motala ström dominerar morän med en lerhalt på 5-15%. Små lerområden finns vid Agnesberg samt sydost om områdets gräns, men mäktigheten är ringa.

För den geologiska karteringen har använts SGU:s jordartskarta serie Ae nr 24.

För uppgifter om mäktigheten i Motala har kontakt tagits med kommunen.

Det finns mäktiga sediment av sand och mo vid Varamobaden och något finare sediment med avsevärd mäktighet vid Holm. För lagring av värme i jord skall man ej underskatta betydelsen av dessa något grövre jordarter än lera, även utnyttjande av grundvatten kan vara attraktivt. Den komplicerade geologin i Motala tätort gör att stor arbetsinsats krävs för att få fram uppgifter om värmelagringsmöjligheter i dessa sediment. Därmed ligger det också utanför den här översiktliga undersökningens ram.

I närheten av Motala finns även stora sjöar, vars bottensediment skulle kunna utnyttjas i dessa sammanhang. Sjön Boren har en total yta på ca 28 km² och Varamoviken och Motalaviken har en yta på sammanlagt ca 20 km².

MOTALAProcentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
67.8	15.3	52.5	1.0	-	23.6	27.9

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: - kWh

Norrköping

Området domineras av postglacial finlera, utefter Motala ström finns även svämsediment av lera-finmo.

I NV-SO riktning går en moränrygg och väster om denna finns framför allt postglacial finmo, grovmo samt morän. Berg i dagen förekommer i liten utsträckning och består då mest av gnejs, granit och grönsten.

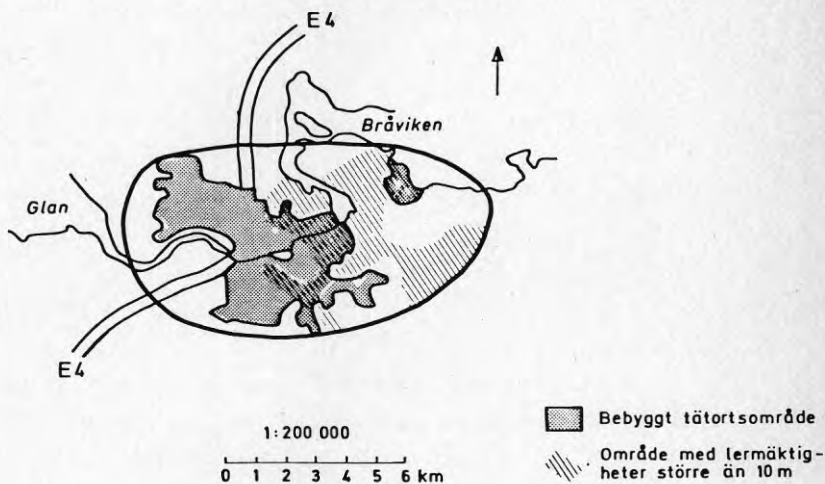
SGU:s jordartskarta serie Ae nr 14 och 15 har använts för den geologiska karteringen.

För uppgifter om lerans mäktigheter har Norrköpings kommun samt Hagconsult kontaktats.

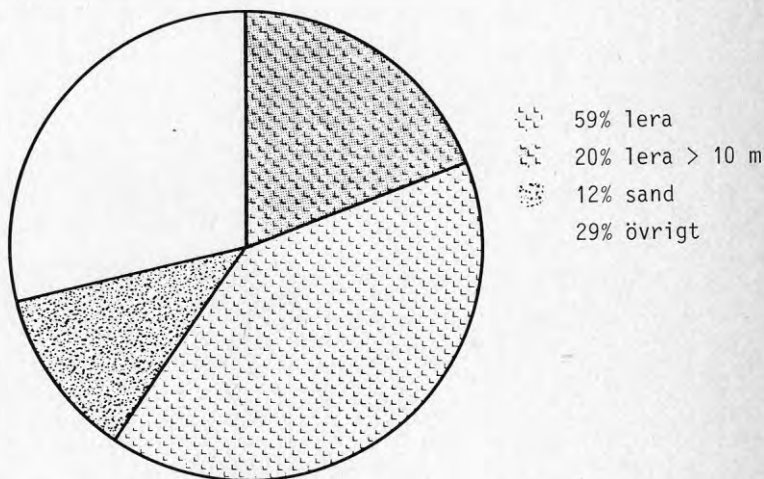
Stora delar av den postglaciala finleran öster om moränryggen har betydande mäktighet. Inom stora områden finns uppgifter om djup ned mot 30 m.

Viktigare områden är Ingelstad, Händelö, Sylten, Smedby samt Narstad. Däremot väster om åsen där grövre material dominerar är större lerdjup sällsynta.

NORRKÖPING



Procentuell jordartsfördelning.



Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
64.7	5.1	59.6	35.4	11.4	7.0	17.2

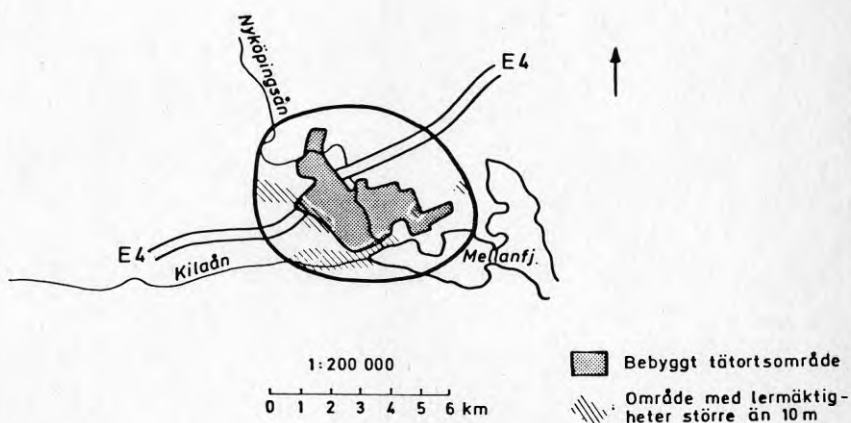
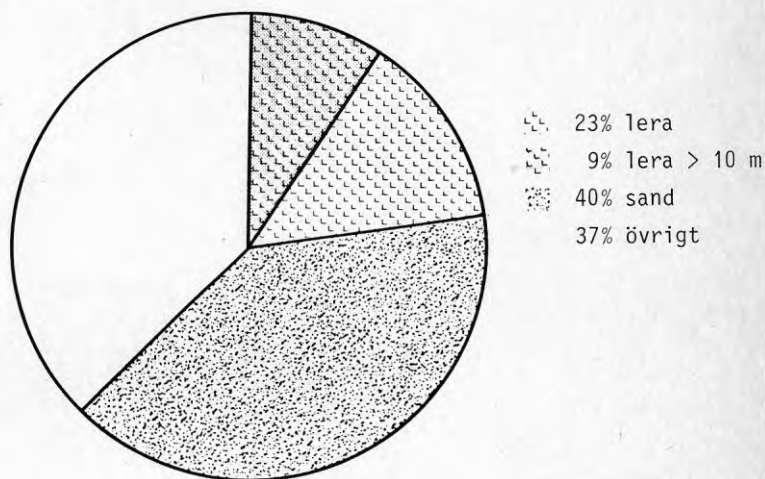
Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $10.3 \cdot 10^8$ kWh

Nyköping

Området domineras i ytan av glaciala bildningar, som varvig mjäla och lera med inslag av grövre material. Även den postglaciala leran är vanligen uppblandad med friktionsmaterial. Ren lera är sällsynt. Dessutom finns områden med morän, grovmo samt berg i dagen (granit, gnejs).

För den geologiska karteringen har SGU:s jordartskarta serie Ae nr 11 använts. För uppgifter om lerans mäktigheter har VIAK i Nyköping kontaktats.

Vid besöket på VIAK i Nyköping framkom att huvuddelen av den glaciala leran och mjälan innehåller grövre material i stor utsträckning. Detta gör att man till lera enbart räknat gyttjeler, postglacial finlera och varvig lera. Även i dessa leror kan grövre material finnas framför allt på större djup. Lera med större mäktigheter finns huvudsakligen på slätter väster om Nyköping och i Idbäckens dalgång. Djup större än 10 m finns även vid Svanviken, Kilaåns dalgång samt vid Nyköpingsåns utlopp i Stadsfjärden. Nordost om själva tätorten finns en del små områden med stora mäktigheter. Det största djupet som mätts upp inom området är 50 m.

NYKÖPINGProcentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
40.0	3.5	36.5	8.2	3.3	14.6	13.7

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $3.0 \cdot 10^8$ kWh

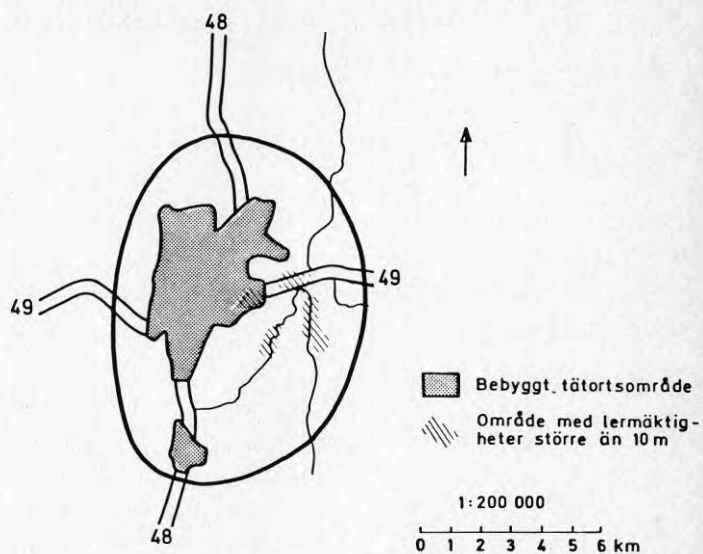
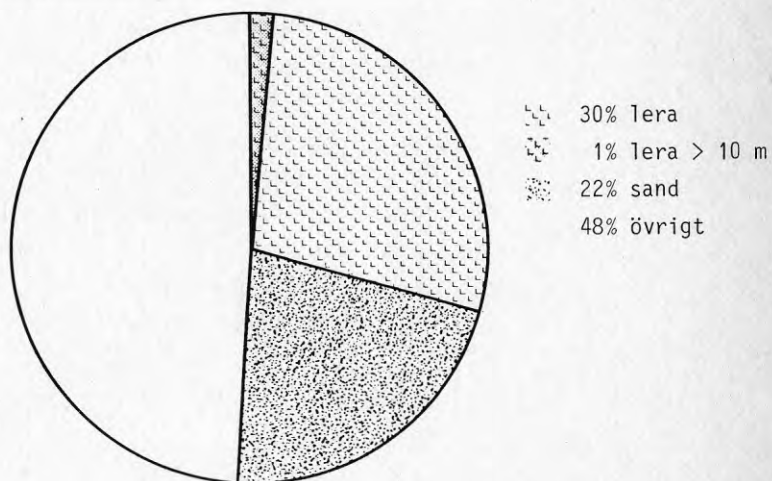
Skövde

Området genomdras av fyra åtskilda stråk i nord-sydlig riktning. I väster finns ett moränområde med uppstickande berg av diabas. Öster om moränen och fram mot järnvägen går en isälvsavlagring i form av ett randfält. Sedan följer ett stråk med sand som delvis är grusblandad. I undantagsfall är den underlagrad av lera. I öster finns ett större lerområde med små sand- och moräninslag.

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskarta serie Aa nr 121 använts.

Till god hjälp vid bestämning av områden med större lerdjup har K-Konsult i Skövde varit.

Lera med mäktigheter på 10 m eller mer finns vid bl a Hasslum, Östermalm, Timboholm, Ön och Risäng. Då de flesta provborrningarna avslutats vid 10 m är det svårt att veta något om de totala mäktigheterna i området. Stora djup finns även i andra delar av lerområdet men borrhuggifter saknas. Vanligtvis är leran skiktad med inslag av silt och sand, den rena leran är ovanlig. Det stora sandområdet genom staden underlagras i undantagsfall av siltig lera med mäktigheter ned mot 10 m.

SKÖVDEProcentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
80.4	1.4	79.0	23.2	1.0	17.1	38.7

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $0.9 \cdot 10^8$ kWh

Stockholm

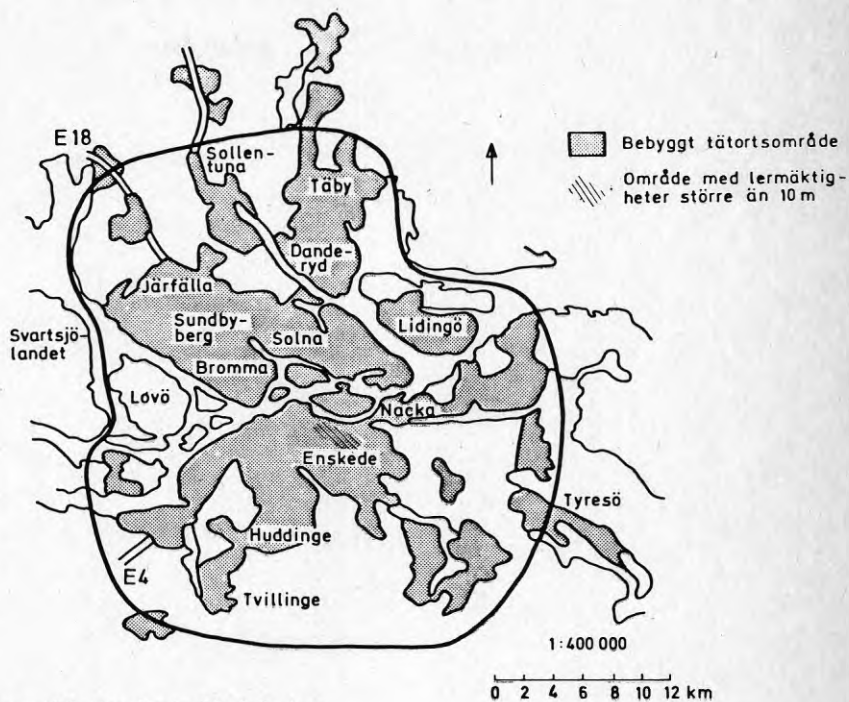
Området domineras av det kala berget och moränen. Berget finns framför allt i södra och östra delen medan morän och även lera har störst utbredning i norr. Genom staden går också en rullstensås, Stockholmsåsen, i riktning NNW-SSO. Runt åsen finns mindre områden med svallsand. Dominerande bergarter är gnejser och gnejs-graniter.

Den geologiska karteringen har gjorts efter SGU:s jordartskartor serie Ae nr 1-4.

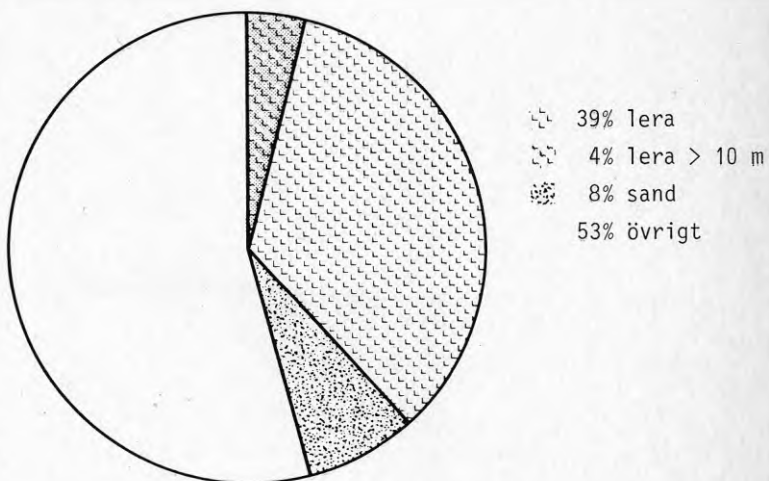
Kontakt har tagits med grundläggningssektionen på Stockholms Fastighetskontor för uppgifter om lermäktigheter. Till god hjälp har även den byggnadsgeologiska kartan i skala 1:10 000 varit. Den täcker hela de centrala delarna av Stockholm och ger en god bild av såväl jordartsfördelning som mäktigheter. Dessutom har en del arbetskartor till ovannämnda karta använts.

Allmänt kan sägas att större områden med djupare lerlager saknas i Stockholm. Det enda riktigt framträdande området är Enskedefältet. I övrigt finns det stora mäktigheter lokalt, men den mesta leran i Stockholm har betydligt mindre mäktigheter än 10 m. Den glaciala leran är vanligen 1-3 m djup, med störst djup närmast de stora isälvsstråken. Den postglaciala lerans mäktighet är vanligen högst 1 m. I nuvarande sund och sjöar är bottensedimentens mäktigheter vanligtvis betydande, ned mot 20 m. Bland områden med lokala lerdjup större än 10 m kan nämnas Akalla, Kälvesta, Lunda, Spångaån, Tensta, Grimsta, Räcksta, Vällingby, Bällstaån, Alsten, Akehof, Södermalm, Älvsjö, Sättra samt runt Rågsved.

STOCKHOLM



Procentuell jordartsfördelning.

Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
910.2	142.9	767.3	295.6	30.0	57.5	414.2

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $27.0 \cdot 10^8$ kWh

Södertälje

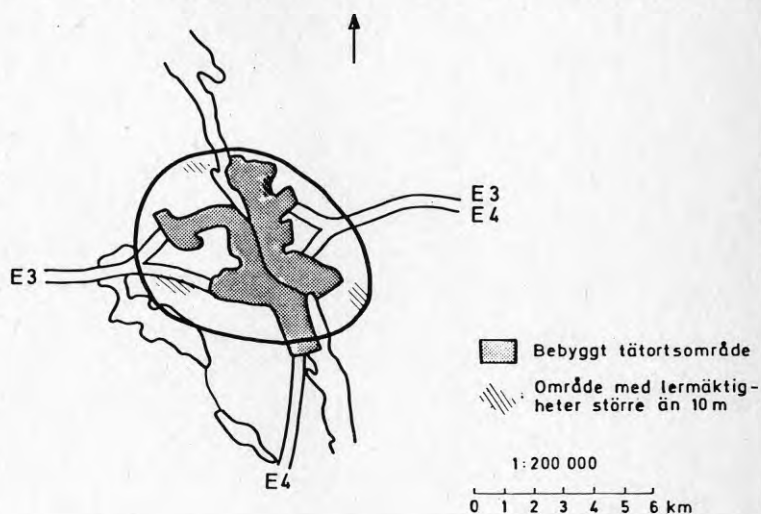
Området består till stor del av isälvsavlagringar, (en ås i nord-sydlig riktning parallell med sundet genom staden) samt morän med uppstickande berg av gnejs. I nära anslutning till åsen finns svallmaterial framför allt sand och grovmo. Glaciallera och postglacial lera finns i sprickdalarna och större områden med framför allt glacial lera finns norr om sjön Måsnaren, NV om Lina samt vid Gärtuna.

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskarta serie Ae nr 4 använts.

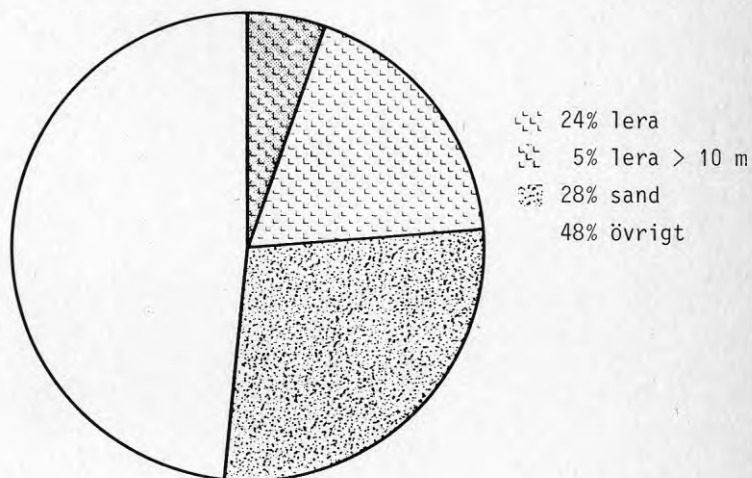
För uppgifter om lermäktigheter har stadsarkitektkontoret i Södertälje varit till god hjälp.

Det saknas större lerområden i Södertälje, men den lera som finns har relativt stor mäktighet. Viktigare områden är Gärtuna, Brunnsäng, Geneta samt Lina. Djup ned mot 20 m har mätts upp.

SÖDERTÄLJE



Procentuell jordartsfördelning.



Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
40.5	2.1	38.4	9.1	2.0	10.7	18.6

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $1.8 \cdot 10^8$ kWh

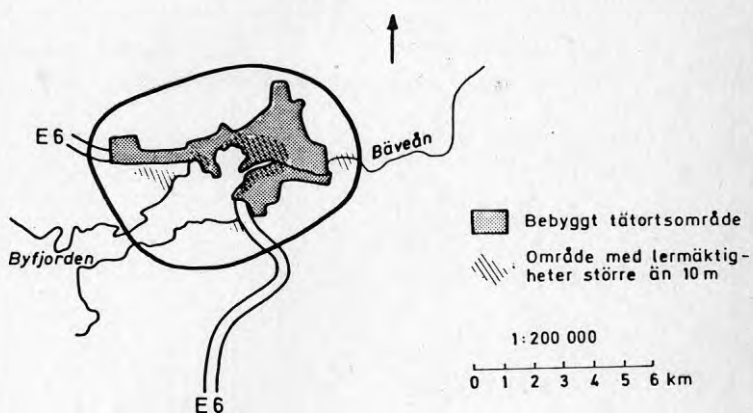
Uddevalla

Området består huvudsakligen av berg i dagen. Bergarten är framför allt gnejsgranit och granit. Sprickdalarna, framför allt i centrala Uddevalla, Bäveåns mynning samt Herrestad, består av lera. Inom området finns även en del sand och morän. Sanden ligger i de flesta fall bara som ett tunt ytlager under vilket det finns mäktiga lerlager. Därför har sanden inte särskilts i undersökningen.

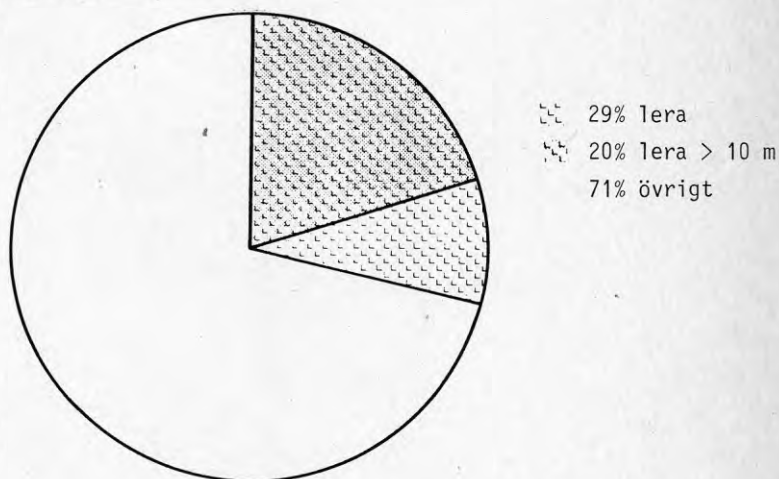
Då det geologiska kartmaterialet över området är dåligt (SGU:s karta serie Ac nr 3, skala 1:100 000) har SGU i Göteborg bidragit med mer detaljerade uppgifter. SGU har också kontaktats för uppgifter om lerans mäktighet inom området.

Allmänt kan sägas att huvuddelen av leran har en mäktighet på mer än 10 m. Detta gäller speciellt de större lerområdena i centrum av Uddevalla. Det är endast i de mindre områdena i norr där mäktigheterna är mindre. Även här finns dock lokala djup på 10-15 m.

UDDEVALLA



Procentuell jordartsfördelning.

Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
44.5	6.5	38.0	10.9	7.6	-	27.1

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $6.8 \cdot 10^8$ kWh

Uppsala

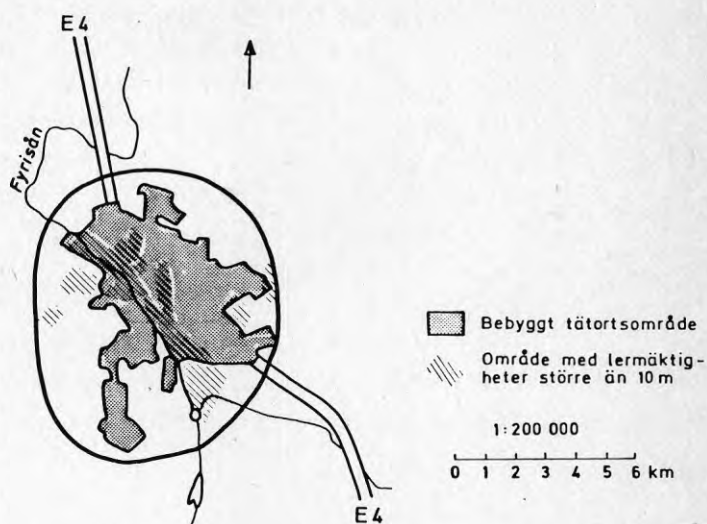
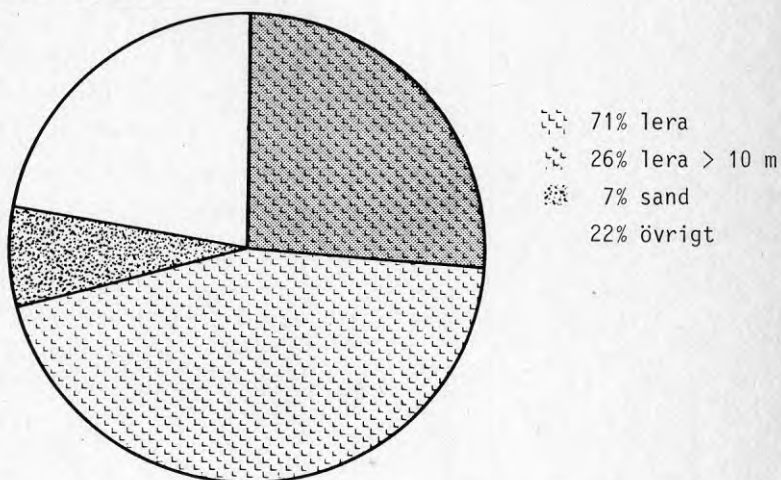
Huvuddelen av området består av glacial och postglacial lera. I nord-sydlig riktning går en rullstensås, väster om Fyrisån genom centrala Uppsala. Dessutom finns mindre områden med morän och berg i dagen (Uppsalagranit). Söder om bebyggelsen, vid Valsätra, finns ett större område med sand och grovmo.

Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskartor serie Aa nr 31 och serie Ba nr 15 (skala 1:20 000) använts.

För uppgifter om lermäktigheter har Gatukontoret i Uppsala kontaktats. De flesta uppgifterna härrör från en grundundersökningskarta som upprättades av byggnadskontoret 1953, i samband med generalplanearbete.

Allmänt kan sägas att mäktigheter på 10 m och mer är vanligt i centrala Uppsala. Viktigare områden är: utefter Fyrisån, Kvarngärdet, Kungsäng, Stabbygårde, Ängelsta, Årsta och Tuna backar. På Kungsängen har djup på 30-60 m uppmätts. Djupen förefaller dock avta då vi kommer ut på slätterna utanför staden, här är djupen normalt 5-7 m.

UPPSALA

Procentuell jordartsfördelning.Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
67.0	1.2	65.8	46.5	17.2	4.5	14.8

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $15.5 \cdot 10^8$ kWh

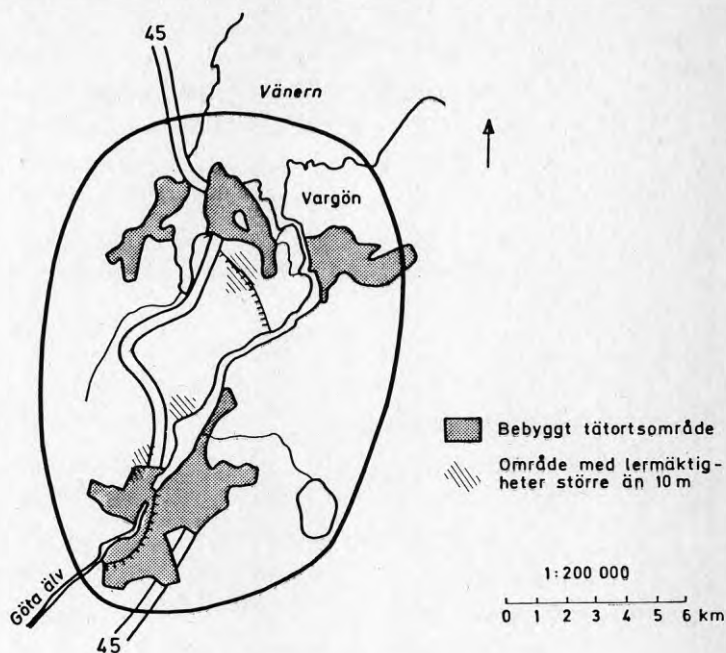
Vänernsborg-Trollhättan

Området omfattar huvudsakligen Vänerns utlopp i Göta älv. Huvuddelen av markytan består av berg i dagen samt postglacial lera. En del glaciala bildningar i form av grus och sand finns också. Berget består i öster (Halle- och Hunneberg) huvudsakligen av diabas. Väster om Göta älv samt vid Trollhättan dominerar olika gnejser. Större lerområden finns öster om älven vid Hallsjön, vid Vänernsborg, Ladugårdsbyn samt i dalgången vid Edsäter.

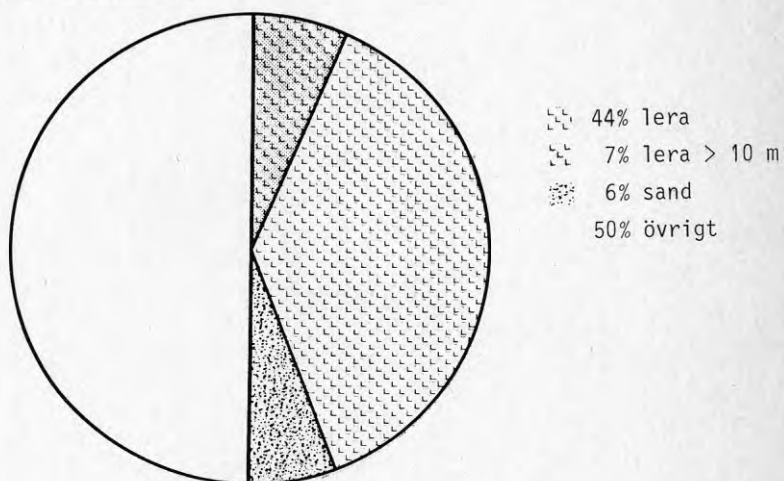
Vid den geologiska karteringen har SGU:s jordartskartor serie Aa nr 40 samt Ae nr 17 använts. För uppgifter om lerdjup har kommunerna i Trollhättan och Vänernsborg kontaktats. Dessutom har VIAK och SGU i Göteborg varit till god hjälp.

Då berggrunden i området är mycket ojämnt nederoderad, varierar lerdjupen mycket. Överhuvudtaget är stora områden med lera djupare än 10 m ovanliga. Påvisbara större områden med djup lera är vid Källstorp, Ladugårdsbyn och vid sankmarker öster om Hede. I dessa områden finns lerdjup på 20-30 m. Det är troligt att sammanhängande områden med djup lera även finns öster om älven t ex vid Trollhättans flygplats, utefter åar samt i dalgången vid Edsäter. I dessa områden finns enstaka djupundersökningar och på grund av den ojämna berggrunden är det svårt att rita in några sammanhängande områden. I de båda städerna saknas i stort sett lera med större mäktigheter, det finns dock små sprickdalar och områden med betydande mäktigheter. Det är dock inte motiverat att i detalj bestämma deras storlek och omfattning i den här översiktliga undersökningen. Förmodligen finns det mer lera med stor mäktighet än vad den här något försiktiga uppskattningen visar på.

VÄNERSBORG - TROLLHÄTTAN



Procentuell jordartsfördelning.



Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
170.0	20.3	150.0	66.3	10.0	9.1	74.6

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $9.0 \cdot 10^8$ kWh

Västerås

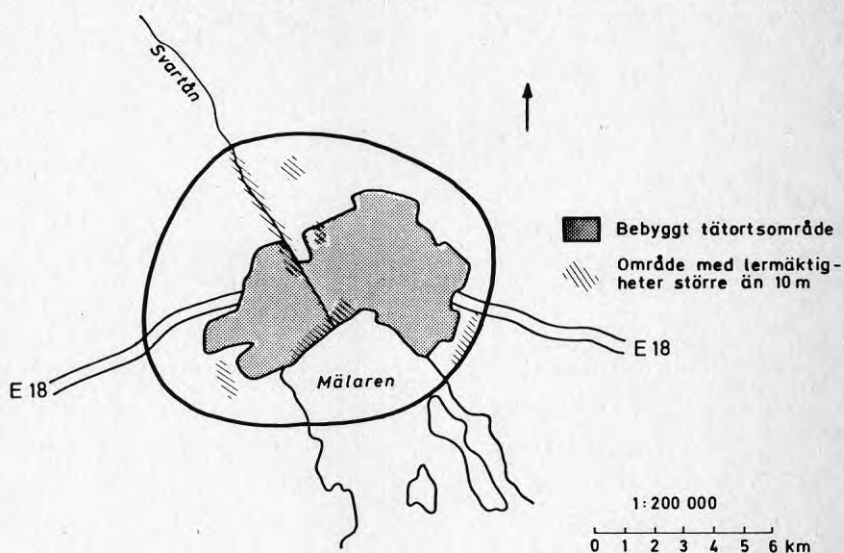
Området består till största delen av glaciallera, postglacial lera och morän. I moränområdena uppträder även berg i dagen (granit och ådrig gnejs). I öster ca 4 km från stadens centrum går en rullstensås i nord-sydlig riktning. Här finns även områden med sand och grovmo.

Vid den geologiska karteringen har använts SGU:s jordartskartor serie Aa nr 3 och 196.

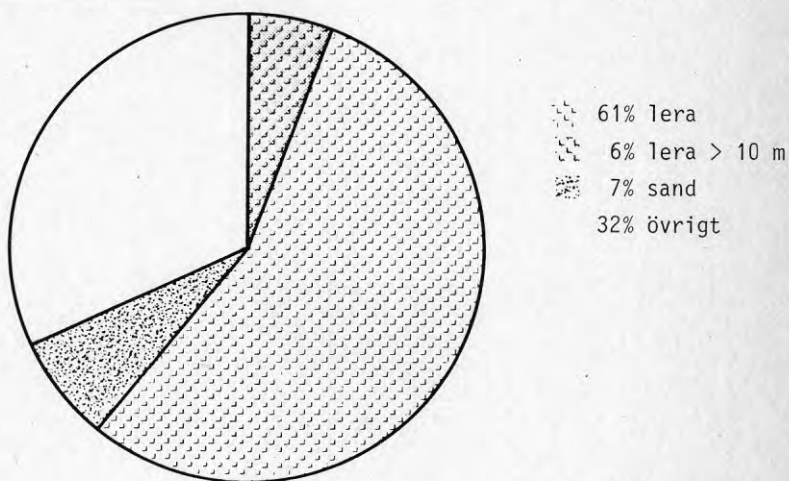
För uppgiften om lermäktigheten har kontakt tagits med Gatukontoret i Västerås.

Huvuddelen av leran i Västerås med omgivning har en största mäktighet på 5-7 m. Djupare partier finns vid Mälarens strand, utefter Svartån (grundare i Västerås centrum), vid åsen i öster samt utefter bäckar i större lerområden. I övrigt finns i sprickdalar mindre områden med lokala mäktigheter på mer än 10 m. Stora sedimentmäktigheter finns även i Västeråsfjärden.

VÄSTERÅS



Procentuell jordartsfördelning.



Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
81.5	11.4	70.1	42.7	4.0	5.0	22.4

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $3.6 \cdot 10^8$ kWh

Örebro

Området består till största delen av lerslätter. Genom tätorten går en rullstensås i nord-sydlig riktning. Dessutom finns områden med morän. Sand uppträder framför allt i områdets västra del.

Vid den geologiska karteringen har använts SGU:s jordartskartor serie Ae nr 5 och 6.

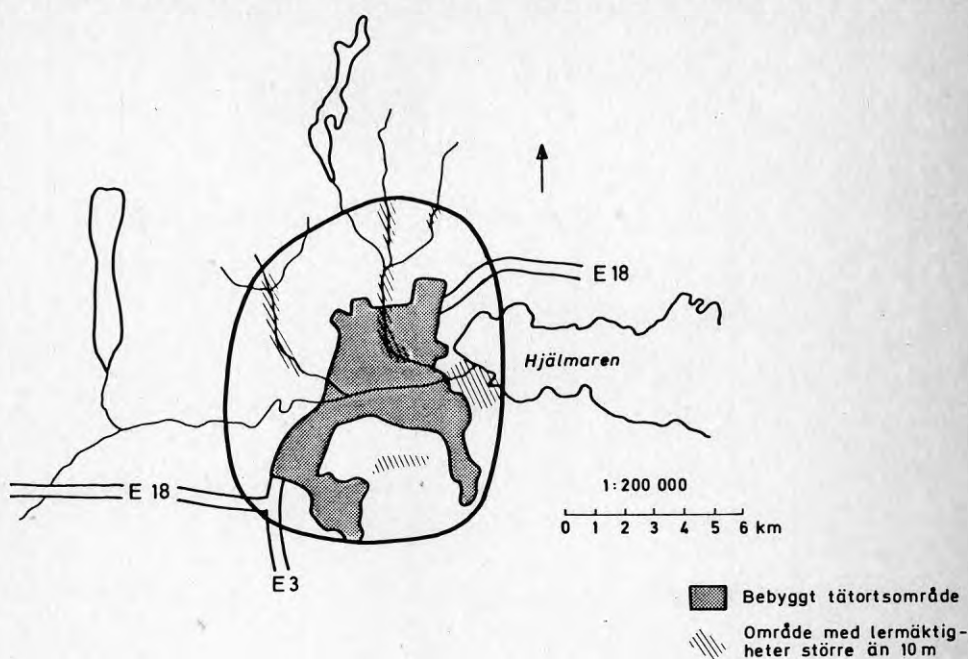
För uppgifter om lermäktigheter har Gatukontoret i Örebro kontaktats.

Allmänt kan sägas att områden med stora lerdjup är ovanliga. På slätterna runt Örebro är 5-7 m normalt det maximala djupet. Glacialleran är vanligen ej mäktigare än 5 m och den postglaciala 1-5 m, max 10 m.

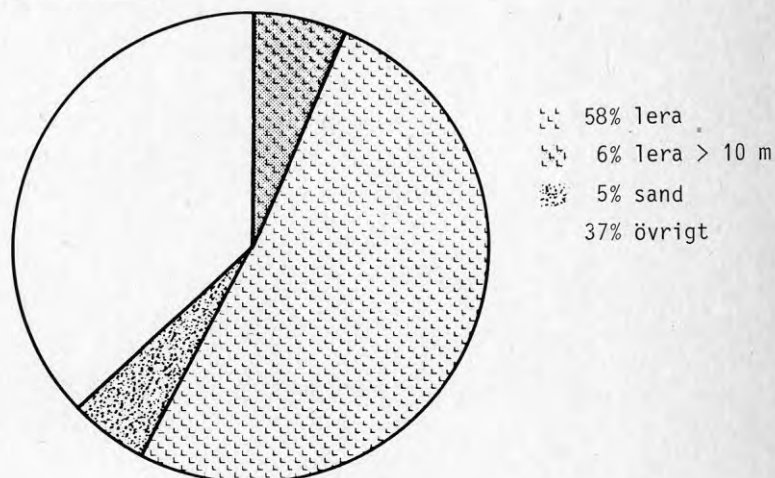
I själva staden är större lermäktigheter ovanliga, dock har enstaka djup på 15 m uppmätts i norra delen av Örebro.

Viktigare områden med djup på mer än 10 m är Svartåns mynning, Gustavsviksfältet samt utefter Lillån, Älvtomtabäcken och Luta-bäcken.

ÖREBRO



Procentuell jordartsfördelning.

Uppmätt area (km²)

Totalt	Vatten	Land	Lera	Lera >10m	Sand	Övrigt
90.6	3.0	87.6	50.3	5.5	4.6	32.7

Möjlig värmelagring i lera > 10 m: $4.9 \cdot 10^8$ kWh

ORDFÖRKLARINGAR OCH KORNTORLEKS BENÄMNINGAR

Amfibolit - beteckning på starkt omvandlade, massformiga eller kristallint skiffriga bergarter bestående av basiskt plagioklas och hornblände.

Delta - mer eller mindre triangelformade flodavlagringar avsatta där en flod mynnar i en förhållandevis flack sjö- eller havskust.

Diabas - en som branta gångar, bäddformiga lagergångar eller lavar uppträdande basisk bergart.

Glacial lera - lera bildad under en nedisningsperiod; isälvarnas finaste slam som sedimenterat i lugnt vatten. Varvigheten beror på att isens avsmältning och därmed vattenföringen är mycket större på sommaren än på vintern.

Gyttjelera - lera med hög halt av organiskt material.

Horisontellt jordvärmesystem - jordvärmesystem där man lägger slangar horisontellt i marken på 0.7 - 2 m djup. Den direkta solinstrålningen på marken värmer upp de översta marklagren och det är denna värme som man sedan tar upp med hjälp av en värmepump.

Marin lera - lera som sedimenterat (avsatts) i havet. Glacial lera som saknar den karakteristiska varvigheten.

Massformig - kallas den bergart, som inte uppvisar någon bestämd orientering eller fördelning av de ingående mineralkornen.

Porfyr - beteckning för alla de magmatiska bergarter, vilka uppvisar större kristaller (s k strökorn) i en tät, glasig eller finkristallin grundmassa.

Postglacial lera - lera bildad efter den sista nedisningens avsmältningsskede.

Randfält - anhopningar av grus och sand som bildats då inlandsisens avsmältning stannat upp och iskanten för en tid blivit stående.

Sediment - material, som avlagrats (sedimenterat) efter att ha fraktats av vatten, is eller luft.

Svåmsediment - material uppslammat i vattnet som vid högt vattenstånd avsätts (sedimenterar) på det översvämmade landet.

Varvig lera - se glacial lera.

Vertikalt jordvärmesystem - jordvärmesystem med vertikala rörslingor, enklast att utföra i jordarterna lera, silt eller sand. Under sommarhalvåret cirkuleras varmt vatten i rören som därmed värmer upp lervolymer som fungerar som värmemagasin. På vintern tar man upp den magasinerade värmen med hjälp av värmepump. Uppvärmningen av marken kan ske t ex med luftvärmväxlare eller solfångare.

Värmefaktor - karakterisering av en värmepumps "effektivitet" definieras som kvoten mellan avgiven värmeenergi och tillförd drivenergi, till kompressorer, pumpar etc.

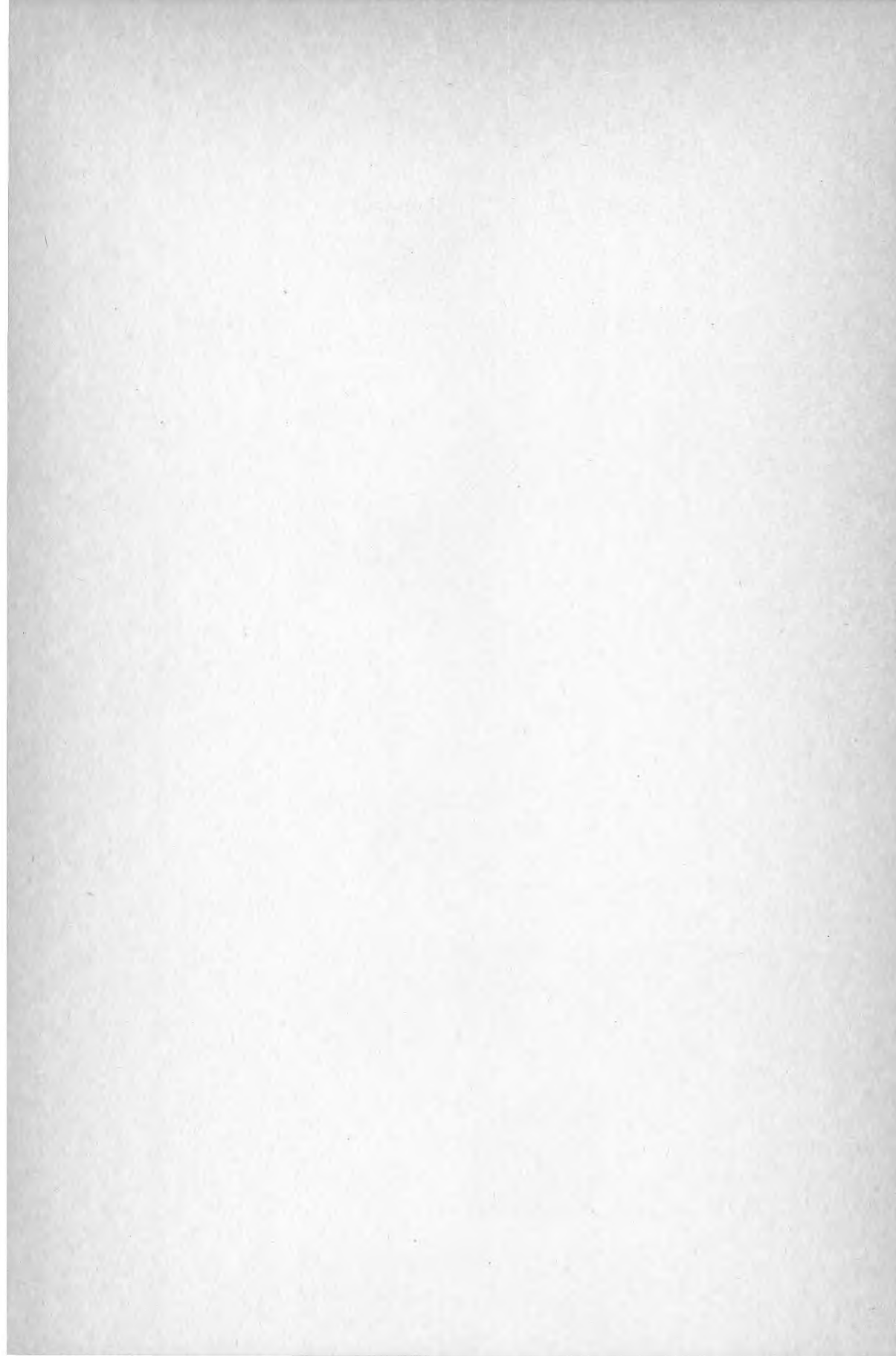
Kornstorleksbenämningar

Kornstorlek	Korngruppsbenämning	Sorterade sediment		
		Älv- (Isälv-) sediment	Strand-sediment	Lugn-vatten-sediment
>20 cm	Block			
20-2 cm	Sten	Älv- (Isälv-) sediment	Klapper	
20-6 mm	Grovgrus			
6-2 mm	Fingrus		Svallgrus	
2-0,6 mm	Grovsand	Älv- (Isälv-) sand		
0,6-0,2 mm	Mellansand		Svall-sand	Sand
0,2-0,06 mm	Grovmo			
0,06-0,02 mm	Finmo	Älvmo		Mo
0,02-0,006 mm	Grovmjåla	Silt Älvmjåla		
0,006-0,002 mm	Finmjåla			Mjåla
<0,002 mm	Ler	Svåmlera		Lera

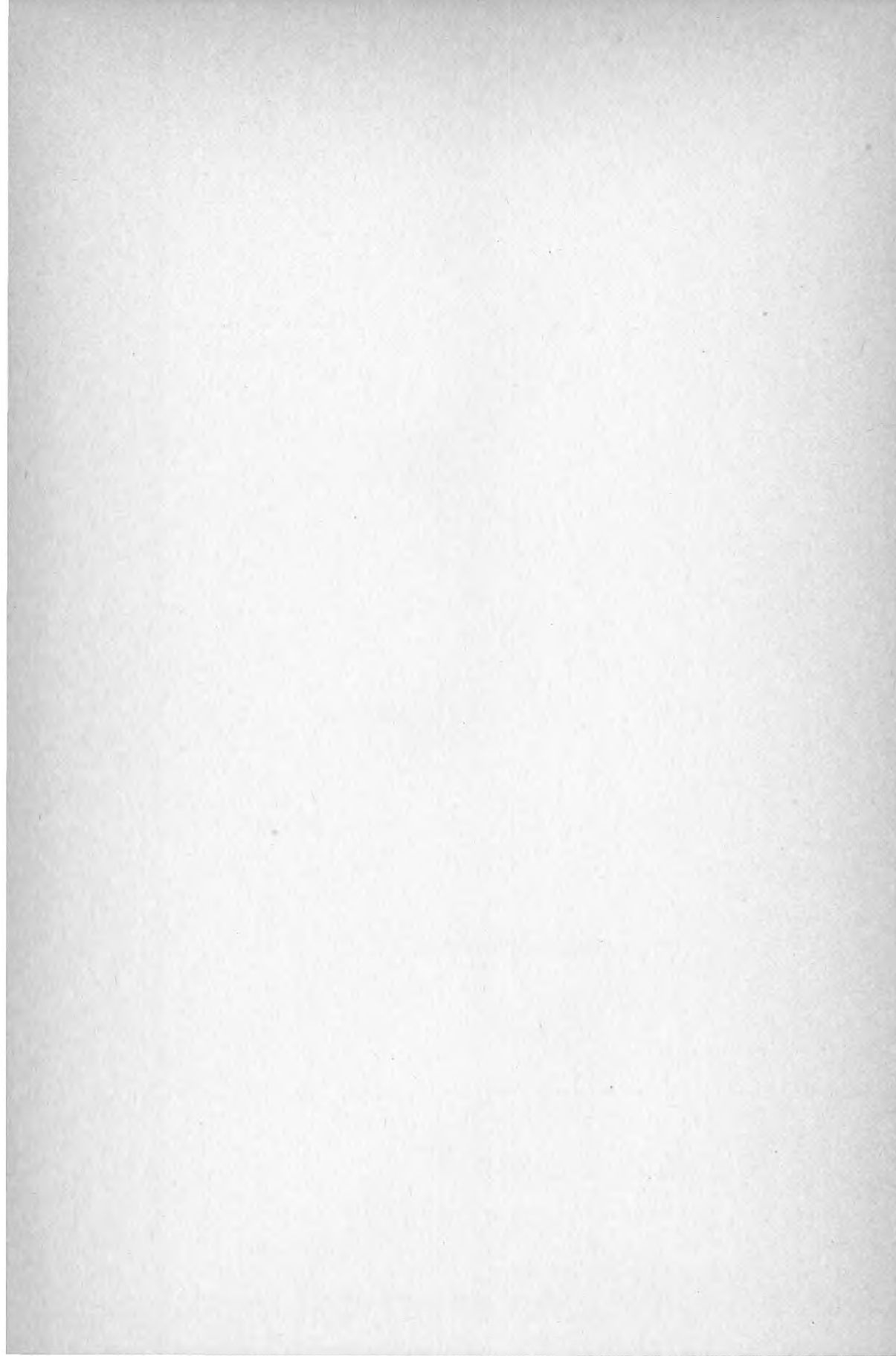
Ur J. Lundqvist, Geologi från teori till tillämpning.

REFERENSER

- Blomqvist N., Jacobson L., 1978: Förstudier av byggnadsuppvärmning med jordvärmepump, förutsättningar i befintlig bebyggelse. BFR, Rapport R 94:1978.
- Eriksson, K.G., Waldner L., 1977: Förutsättningar för utnyttjande av jordvärme. VVS-forum nr 5, maj 1977.
- Jacobson L., Wilhelmsen A.M., 1976: Vapenverkan i bebyggelse, 7. Gävle del A. Arkitektur rapport, Husbyggnad 1976:07.
- Lundqvist J., 1976: Geologin från teori till tillämpning. LT:s förlag.
- Modin, B., 1978: Geologiska kartor för planering av yttjordvärme. VVS-78, internationella konferensen om förnyelsebara och konventionella energiformer inom VVS-tekniken: Värmepumpar.
- Modin B., 1979: Förstudier av byggnadsuppvärmning med jordvärmepump. Geologiska faktorer, BFR, Rapport R55:1979.
- Wilhelmsen, A.M., 1978: Att söka byggnadsdata, BFR, Rapport R75:1978.
- Atlas över Sverige, blad 15-16, 1953. Svenska sällskapet för antropologi och geografi.
- Energihushållning i befintlig bebyggelse, 1977. Rapport 41, Statens Planverk.
- Inventering av stadsdelar och tätorter inom Uppsala kommun. Kommittén för inventering (översyn) av äldre bostadsområden (ÖBÖ).
- Jordartskartor serie Ae med beskrivningar, 1964 - , SGU.
- Kombinerade jord- och bergartskartor serie Aa, 1862 - 1965, med beskrivningar, SGU.
- Statistisk årsbok 1978.









**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770611-4 från
Statens råd för byggnadsforskning till institutionen för geologi,
Chalmers tekniska högskola, Göteborg.**

R88: 1980

ISBN 91-540-3279-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700188

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 20 kr exkl moms